

Katholische Pfarrkirche in der Vorstadt „Brigittenau“ bei Wien.

Entwurf und Ausführung

von

Fr. Schmidt,

k. k. Oberbaurath etc.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 1.)

Die rasche Zunahme der Einwohnerzahl dieser von dem Mittelpunkte der Residenz sehr entfernt liegenden Vorstadt, und die große Entfernung der zerstreut liegenden Wohnungen bis zu der zunächst gelegenen Kirche der Leopoldstadt, ergaben schon längst das dringende Bedürfnis nach einer eigenen Pfarrkirche, welchem nun durch die Ausführung dieses Baues abgeholfen wird.

Die Beschränktheit der Mittel zum Baue bedingte von vornherein eine sehr einfache und leicht ausführbare Anlage desselben; außerdem war bei dem Umstande, als die Kirche in das Inundationsgebiet der Donau fällt, so dass bei aller Vorsicht der Ausführung spätere Setzungen doch zu den Möglichkeiten gehören, die Anwendung kühner Gewölbeconstructions nicht rathsam.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse entstand der vorliegende Entwurf, dessen Ausführung in diesem Augenblicke schon nahezu die Höhe des Mittelschiffes erreicht hat. Die Kirche bildet ein dreischiffiges Langhaus (siehe Grundriss auf Blatt 1), an dessen westlichem Ende sich zwei Thürme erheben, denen eine, die ganze Breite der Fassade einnehmende Vorhalle vorgelegt ist.

Am Ostende befindet sich die Chor-Apsis (siehe Längenschnitt und Schnitt nach *CD* auf Blatt 1) und zu beiden Seiten derselben vorspringende Sakristeianlagen, welche durch einen um die Apsis herumlaufenden Gang unter sich verbunden sind.

Ueber den Sakristeien sind Oratorien angebracht, zu denen man auf Wendeltreppen gelangt.

Wie schon angedeutet wurde, ist die Kirche außer der Apsis nicht gewölbt, dagegen sind die Pfeiler des Langschiffes unter sich und mit den Seitenschiffen durch Quergurten verbunden, auf welche eine von den eigentlichen Dächern völlig isolirte und reich verzierte Holzdecke (siehe Schnitt nach *AB* auf Blatt 1) gelegt ist.

Die Treppen zu den Thürmen sind auf ansteigenden Bögen an der Innenseite der Thurmwände angebracht und gehen ohne Unterbrechung bis zur Höhe der Glockenstuben, so dass die Thürme bis dorthin ganz frei sein werden. Diese Treppen bilden gleichzeitig auch die Aufgänge zu dem Orgelchor, den Seitenschiffs- und Mittelschiffsdächern.

Außer den drei Haupteingängen an der Westfassade sind noch zwei Seiteneingänge an den Sakristeien angebracht.

Die innere Decoration der Kirche ist vorwiegend auf Malerei berechnet.

Was die technische Ausführung des Baues betrifft, so wird dieselbe durchaus im Ziegelrohbau bewirkt, und zwar im Aeußern mit Vermeidung allen und jeden Hausteines, dagegen vielfacher Anwendung von Formsteinen; nur im Innern wurden zu den Basen und Kapitälern der Pfeiler Hausteine verwendet.

Die Dächer sollen mit glasirten Ziegeln eingedeckt werden*).

Der Fassungsraum der Kirche ist auf 2000 Kirchengänger berechnet.

Die Gesamtlänge derselben beträgt 190 Fuß (60 Meter), die lichte Weite des Langschiffes 65 Fuß (20·5 Meter), die Breite des Mittelschiffes 30 Fuß (9·5 Meter), die Höhe desselben im Lichten 60 Fuß (19 Meter), die Höhe der Thürme mit dem Kreuze 200 Fuß (63 Meter).*

Die Kosten des Baues ohne innere Einrichtung werden sich auf 180,000 Gulden belaufen. Der Bau wurde begonnen im Spätherbste des Jahres 1867, und wird im Laufe des Jahres 1870 vollendet sein.

Ueber Locomotiv-Siederohr-Reparatur.

Von

Ludwig Becker,

Ober-Inspector der Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 2 u. 3.)

Die Erhaltungskosten der Locomotiv-Feuerrohre bilden einen ziemlich belangreichen Theil der Reparaturkosten der Maschinen überhaupt, es lohnt sich daher schon der Mühe, diesem Gegenstand eine größere Aufmerksamkeit zuzuwenden; durch gute Arbeitseinteilung und rationelle Vorrichtungen für diese Reparaturen können diese billiger hergestellt, und bei dem größeren Umfang derselben in's Gewicht fallende Ersparnisse erzielt werden und, was nicht minder wichtig ist, werden durch verlässliche Herstellung Betriebsstörungen in Folge von Rohrgebrechen vermieden.

Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn wendet bei ihren Locomotiven von jeher fast ausschließlich messingene Siederohre von 2 Zoll Wiener Maß (52^{mm}) äußern Durchmesser an, welche im neuen Zustande ein Gewicht von mindestens 2 Zollpfund pr. laufenden Fuß (3·163 Kil. pr. lauf. Meter), und eine Wandstärke von 1—1½ Linien Wiener Maß (3^{mm}) haben.

Die Legirung dieser Rohre besteht vorschriftsmäßig aus 60 Theilen Kupfer und 40 Theilen Zink. Sie wurden

*) Im nächsten Hefte bringen wir eine sehr gut ausgeführte Perspectivansicht der ganzen Kirche.

früher mit Löthnathen geliefert, die den Mangel haben, häufig schon nach kurzer Verwendung an der Löthstelle unter dem Dampfdruck eingedrückt zu werden.

Seit vier Jahren werden nur gezogene Rohre eingeliefert und verwendet.

Eiserne Siederohre sind nur bei vier Maschinen in Gebrauch genommen; von einer weiteren Verwendung ist man abgegangen, der raschen Zerstörung der Rohre wegen, die durch Oxydation mit kleinen Löchern durchfressen wurden.

Zur Befestigung der Röhren im Feuerkasten sind an deren einem Ende Stutzen aus Kupferblech angelöthet, deren Wandstärke 2 Linien Wr. Maß (4^{mm}) beträgt; diese Kupferstutzen werden im Feuerkasten umgebörtelt; in der Rauchkastenrohrwand werden die Rohre in der gleichen Weise, jedoch ohne Kupferstutzen, mit Borten versehen.

Aus Anlass der starken Kesselsteinbildung in Folge unseres schlechten Wassers, und weiter aus dem Grunde, weil die Rohrbörtel im Feuerkasten durch das scharfe Feuer der Kohle rasch verzehrt werden, müssen die Feuerrohre durchschnittlich alle zwei Jahre ausgezogen, gereinigt und neu angestutzt werden.

Da unser Maschinenstand gegenwärtig aus 236 Maschinen besteht, so bedingt die Reinigung und Herrichtung zum Zwecke der Wiederverwendung von circa 18,000 Stück Feuerrohren jährlich.

Es ist hier am Platze, zu bemerken, dass die versuchsweise Verwendung von eingetricbenen Stahlringen zum Schutz der Börtel gegen Abbrand keine so günstigen Ergebnisse lieferte, die deren ausgedehntere Anwendung gerechtfertigt hätten; die Rohre konnten zwar etwas länger verwendet werden, dagegen war der Zug durch die Verengerung des Querschnittes der Rohre durch den Ring wesentlich beeinträchtigt, und überdies war damit ein Grund, welcher die Herausnahme der Rohre bedingte, nämlich die starke Incrustation, doch nicht beseitigt.

Dagegen werden die Stahlringe in einzelnen solchen Fällen mit Vortheil verwendet, wo die Auswechslung der Röhren der schon abgebrannten Börteln allein wegen geschehen müßte, und damit die Nothwendigkeit des Auswechslens hinausgeschoben.

Die Feuerrohr-Reparaturen wurden früher von den einzelnen Werkstätten in allen Stationen besorgt, wo Locomotive stationirt waren, und man verfuhr dabei auf folgende Weise:

Nachdem die Rohre ausgezogen waren, wurden dieselben theilweise von Hand unter Anwendung von alten abgenützten Feilen, theilweise in dem bekannten Trommel-Apparate gereinigt, nach der Reinigung von Hand mittelst Säge abgeschnitten, und an den Enden, welche mit Kupferstutzen zu versehen waren, conisch eingezogen, abgefeilt, und hierauf der Kupferstutzen aufgetrieben, der bei horizontaler Lage des Rohres in einem gewöhnlichen Schmiedfeuer bei Holzkohle festgelöthet wurde.

Diese Arbeitsausführung in der gedachten Weise ist nicht allein kostspielig und zeitraubend, sondern sie hat auch zu vielen Anständen Anlass gegeben, und dieß um

so mehr, als man sich von der guten oder schlechten Beschaffenheit des Rohres durch keine zweckentsprechende Probe Ueberzeugung verschaffte. Das Anlöthen der Stutzen bei horizontaler Lage des Rohres ist, selbst einen geübten Arbeiter vorausgesetzt, nicht verlässlich, weil das Loth nicht immer in die Fugen eindringt und die Vereinigung der Metallflächen so herstellt, dass keine Zwischenräume bleiben, die dann zum Rinnen Anlass geben.

Zur Beseitigung der erwähnten Mängel wurde vor drei Jahren eine eigene Reparatur-Werkstätte für Siederöhren in Wien eingerichtet, in der die Siederöhren für sämtliche Locomotive der Bahn in Stand gehalten werden.

Der detaillirten Beschreibung der einzelnen Hilfsmaschinen und Probe-Apparate mag in Kurzem der jetzige Gang der Arbeit bei der Reparatur der Siederöhren vorausgeschickt sein.

Ausziehen der Rohre aus den Kesseln und Abschneiden der Rohrenden.

Die Siederohre werden, nachdem sie auf gewöhnliche einfache Weise von Hand aus den Locomotivkesseln gezogen sind, an den Enden so weit abgeschnitten, als dieselben durch das Ausziehen eingekneift, oder durch Brand beschädigt sind; das Abschneiden der Rohrenden geschieht sehr rasch und immer senkrecht zur Längsachse durch eine kleine Circulärsäge.

Reinigung der Rohre vom Kesselstein.

Die nachfolgende Reinigung der Rohre vom Kesselstein geschieht auf chemischem Wege, durch Einlegen derselben in ordinäre Salzsäure, welche bis auf circa 1·074 specifisches Gewicht mit Wasser verdünnt wurde: die Rohre werden durch circa 36 Stunden in den Beiztrügen der Einwirkung der Säure überlassen, welche den Kesselstein völlig löst, so dass die weiche, zurückbleibende Masse mit einem Wische aus Leder, Werg oder Fetzen leicht abgerieben und mit Wasser abgespült werden kann. Die Röhren werden nun mit Wasser nochmals abgespült und schließlich in einem Ofen scharf getrocknet.

Classificiren der Rohre.

Die Classificirung der gebrauchten und nun gereinigten Rohre geschieht nach dem Gewichte per Längeneinheit, und werden hiernach drei Classen von Rohren unterschieden:

Rohre 1. Classe. Gewicht mehr als 1·75 Pfd. per laufenden Fuß (2·77 Kilg. per laufenden Meter).

Rohre 2. Classe. Gewicht zwischen 1·75 bis 1·55 Pfd. per laufenden Fuß (2·77 bis 2·45 Kg. per laufenden Meter).

Rohre 3. Classe. Gewicht unter 1·55 Pfd. pr. laufenden Fuß (2·45 Kg. pr. laufenden Meter).

Die Classificirung erfolgt einfach durch Auflegen des Rohres auf eine Brückenwage, die mit einer Scala versehen ist, auf der, die den drei verschiedenen Rohrlängen und Classen entsprechenden Gewichte abgelesen werden können.

Vorbereitungen zum Anlöthen der Stutzen an die Rohre.

Außer den schon erwähnten Kupferstutzen werden auch aus neuen Siederohrstücken gefertigte Messingstutzen an Rohre gelöthet, welche auf eine größere Länge zu bringen sind. Behufs des Anlöthens der Stutzen an die Rohrenden werden die letzteren durch Einstoßen in Stauchringe conisch eingezogen und die Löthstellen des Rohrendes und Stutzens durch Fraisen auf das in Fig. 3 u. 4, (Blatt 2), dargestellte Profil gebracht; Figur 3 ist das Profil des fertig gefraisten Kupferstutzens, Figur 4 jenes des Messingstutzens. Beide sind, wie zu ersehen, an dem fest zu löthenden Ende mit einer trichterförmigen Erweiterung zur Aufnahme des Lothes versehen, die mit Hilfe des Hammers rasch in einem passenden Gelenke hergestellt wird.

Die Löthung erfolgt in verticaler Stellung des Rohres; das in der trichterförmigen Erweiterung *k* aufgegebene Loth fließt durch seine Schwere in die Löthstellen ein und bewirkt eine vollständige Vereinigung des Stutzens mit dem Rohre; der hiezu verwendete Ofen gestattet zugleich die Verwendung der billigen Coaks statt der früher verwendeten theuren Holzkohle. Die Börtel *k* werden nach erfolgter Löthung auf der Fraisebank abgestochen.

Probiren der Rohre.

Die fertig gelötheten Rohre werden zunächst sämmtlich einer Probe auf inneren Druck unterzogen, um sich von der gelungenen Löthung und überhaupt ihrer Wasserdichtigkeit zu überzeugen.

Rohre leichter Gattung, die durch den Betrieb soweit abgenützt sind, dass sie in die 3. Classe einzureihen sind, werden nachfolgend noch auf Widerstand gegen äußern Druck probirt; diese letztere Druckprobe hat den entschiedenen Vortheil, dass sie ein positives Urtheil über die Betriebsfähigkeit des geprobten Rohres zulässt, indem die Probe durch äußern Druck der Inanspruchnahme des Rohres im Kessel entspricht, und bekanntlich der Widerstand eines langen Rohres gegen äußern Druck in Folge nicht kreisrunder Form oder ungleicher Wandstärke des Rohres sehr gering sein kann, während dasselbe einen vielmal größeren inneren Druck, ohne Schaden zu nehmen, erträgt. Der Druck bei beiden Proben (circa 20 Atmosphären) entspricht so ziemlich dem doppelten Drucke, welchen die Röhren im Kessel zu erleiden haben.

Das Abschneiden der Rohre auf die richtige Länge geschieht erst beim Einziehen in die Kessel.

Die Vortheile dieser neu eingerichteten selbstständigen Siederohr-Werkstätte kurz recapitulirt, ergeben gegen die frühere Gebrauchsweise: eine bessere, billigere Reinigung der Rohre sowohl innen als außen; das Aufreissen der zu verengenden Rohrenden ist durch das Stauchen gänzlich vermieden; die Löthung ist eine sehr vollkommene; die Classificirung gestattet, in einen Kessel Rohre von gleicher Güte einzuziehen, und die Druckproben, namentlich jene durch äußern Druck, scheiden mangelhafte Rohre aus, die sonst Veranlassung zu Betriebsstörungen geben würden.

Die Leistungsfähigkeit der Werkstätte ist derartig er-

höht, dass die Reparatur von mehr als dem doppelten Bedarfe der ganzen Bahnlinie in gleich vorzüglicher Qualität von der Werkstätte allein besorgt werden kann, und die Concentrirung der Arbeitskräfte eine bessere Ueberwachung und bedeutend geringere Reparaturkosten zulässt, indem die früher von Professionisten (Kupferschmieden) ausgeführten Siederohrreparaturen jetzt durch Tagelöhner besorgt werden.

Zum Dichten der in die Kessel einzuziehenden Rohre in den Rohrwandbohrungen ist der in Fig. 13, (Blatt 2) dargestellte Federdorn im Gebrauche, und versuchsweise auch das bekannte Dudgeon'sche Werkzeug.

Beschreibung der Werkstätten-Einrichtung und der Probe-Apparate.

Beiztröge.

Das Reinigen der Rohre mit Salzsäure geschieht in zwei Beiztrögen, deren Construction in Fig. 1, (Blatt 2) ersichtlich ist. Der auf dem Balken *C* ruhende Holztrög *B* ist innen mit Bleiplatten ausgefüttert und dient zur Aufnahme der Säure; die Rohre, circa 100 pr. Trög und Charge, werden, um die Bleifütterung nicht zu beschädigen, in den durchlöcherten Holztrög *A* eingelegt, welcher durch die Pratzen *a* am Emporschwimmen gehindert ist; das Bleiventil *b* dient zum Entleeren der neutralisirten Säuren in die Cloake.

Zum Abspülen der gebeizten Rohre dient ein den Beiztrögen ganz gleicher Trög, bei dem nur die Bleifütterung entfällt.

Trocken-Ofen.

Der Trockenofen ist ein aus 3 Linien (6^{mm}) starkem Eisenblech zusammengenieteter, vertical aufgestellter Kasten, von 16 Fuß (5.1^m) Höhe und einem rechteckigen Querschnitte von 1 Fuß 4 Zoll (0.41^m) und 1 Fuß (0.31) Seitenlänge. Eine Seite desselben bildet die Thüre, durch welche circa 10—12 Rohre eingetragen und auf eine, 1 Fuß 4 Zoll (0.41^m) vom Boden entfernte durchlöchernte Platte gestellt werden, unter welcher das Brennmaterial (Coaks und Holzkohle) sich befindet. Die Verbrennungsgase ziehen durch den Ofen in den Schornstein ab.

Stauchringe.

Die Rohrenden werden behufs des Einziehens zuerst in den stark conischen Stauchring, Fig. 8 auf Blatt 2, und dann in einen zweiten von geringerer Conicität, Fig. 9, (Blatt 2), eingestoßen.

Herstellung der Messing- und Kupferstutzen.

Die Messingstutzen werden aus neuen Siederohren durch Zerschneiden derselben mit der Circularsäge und Umhämmern des Löthbürtels *k*, während der Stutzen durch die in einen Schraubstock eingespannte Matrize *C* (Fig. 7, Blatt 2) gesteckt ist, angefertigt.

Die Kupferstutzen werden aus circa 2 Linien (4^{mm}) dickem Blech gerollt und auf dem in Fig. 5, (Blatt 2) dargestellten Löthofen gelöthet. Derselbe besteht aus einem Kasten von circa 6 Linien (13^{mm}) starkem Eisenblech zur Aufnahme des Mauerwerkes *M* und der Chamotte *m*; *r* ist

der kreisrunde Rost, welcher von der Grafitkuppel *a* überdeckt ist; durch die obere rechteckige Oeffnung *o* derselben entweicht die durch die Windleitung *w* angefachte Coaksflamme. Diese Grafitkuppeln haben sich gegen Chamotte als sehr dauerhaft bewährt. Die gußeiserne Platte *b* deckt die obere Oeffnung in der Chamotte ab, welche zur Einfüllung des Brennmaterials dient.

Die gelötheten Kupferstutzen werden in die Stahlmatritze *A* (Fig. 6, Blatt 2) gesteckt, und das Löthbörtel *k* mit dem Hammer getrieben.

Siederohr-Frais-Maschinen.

Die Werkstätte besitzt deren zwei von gleicher Construction; eine derselben ist in Fig. 1 u. 2 auf Blatt 3 in Stirn- und Längenansicht sowie in Details dargestellt.

Die Balken *L*, deren innere Oberkanten mit Winkeln armirt sind, bilden die Wangen für die fixe Spindeldocke *A* (Fig. 3), den sogenannten Centrirsupport *C* (Fig. 4), die Lagerdocke für die Circularsäge *D* (Fig. 10 auf Blatt 2) und die Stützdocke *B* (Fig. 1, Blatt 3) zum Auflegen des in Arbeit befindlichen Rohres; *C*, *D* und *B* sind beliebig verschieb- und fixirbar.

In der Spindeldocke *A* lagert die Antriebswelle *S*, welche eine Längenbohrung von 27 Linien (59^{mm}) Durchmesser hat, um beim Abfräsen der Löthbörtel das vorstehende Ende der Siederohre aufzunehmen. *a* ist die Antriebs- und *b* die Leerrolle, *d* der Riemenführer.

Die Welle *S* ist durch den kleinen Hebel *c* arretirbar, um einen der gußeisernen Köpfe *E*, *F* oder *H* aufzuschrauben zu können. Der Vorkopf *E* dient zur Kupplung der Welle *w* der Circularsäge (Fig. 10, Blatt 2), sowie zum Befestigen des schmiedeisernen, zum Ausfräsen der Kupfer- und Messingstutzen dienenden Fraiskopfes *G*.

Die Welle *w* der Circularsäge *e* läuft in einem Halslager der Docke *D*; das abzuschneidende Siederohr wird in der verschiebbaren Lagerschale *f* aufgelegt und an die Säge angedrückt.

Zum Fraisen der eingestauchten Siederohrenden dient der Fraiskopf *F* (Fig. 5, Blatt 3), und zum Abstechen der Löthbörtel an fertig gelötheten Rohren der Fraiskopf *H* (Fig. 11, Blatt 3).

Die zu fraisenden Rohre oder Stutzen werden zwischen die Holzbacken *l* des Centrirsupportes *C* (Fig. 4, Blatt 3) eingeklemmt und durch den Handhebel *n* nach Bedarf an die Fraisköpfe gedrückt oder von denselben entfernt.

Bei sämtlichen Frais-Operationen werden die Messer- und Arbeitsstellen durch einen dünnen Wasserstrahl gekühlt.

Löthofen.

Der zum Anlöthen der Stutzen an die Rohre dienende Löthofen ist in Fig. 8 auf Blatt 3 ersichtlich.

Das Mauerwerk desselben ist von einem Kasten aus 6 Linien (13^{mm}) starkem Eisenbleche umschlossen, die unter dem Roste *r* mündende Windleitung *w* treibt die Stichflamme durch die Düse *c* auf das in den Raum *A* vertical eingehängte zu löthende Rohr; die heißen Verbrennungs-

gase werden durch den Canal *C*, in welchem noch zur Erhöhung des Luftzuges aus der Winddüse *o* Luft injicirt wird, in den Schornstein abgeleitet. *a* ist die mit einem gußeisernen Deckel geschlossene Oeffnung zum Eintragen des Brennmaterials (ausschließlich Coaks).

Ueber dem Raum *A* des Ofens hängt an einer über eine Rolle laufenden Kette eine Zwinge (Fig. 9, Blatt 3), in welcher das Rohr eingeklemmt wird, um es bequem heben und senken zu können; der am untern Rohrende aufgetriebene Stutzen wird noch durch Einschieben des federnden Trägers, Fig. 7 auf Blatt 3, gegen das Abfallen während des Löthens versichert; um das Rohr während des Löthens bequem drehen zu können, wird die in Fig. 10 auf Blatt 3 abgebildete 3griffige Zange um dasselbe gelegt.

Probe-Apparate.

Der in Fig. 11 u. 12, Blatt 2 in Längenansicht und Querschnitt dargestellte Apparat vereinigt in sich die Vorrichtungen zum Probiren der Röhren auf äußeren und inneren Druck.

Das aus zwei Stücken zusammengeflanschte gußeiserne Rohr *A* dient zur Aufnahme von circa 16 Stücken auf äußeren Druck zu probirenden Siederöhren, welche zu diesem Behufe an beiden Enden durch Eintreiben von, mit Leder umhüllten Stoppeln aus Metallcomposition wasserdicht geschlossen werden. Die Eintragsöffnung ist durch den in einer Charniere hängenden Deckel *B* unter Beilage eines Kautschukriegels wasserdicht zu schließen; der in den an *A* angegossenen Zapfen *a* drehbare Schraubenbügel *b* gestattet ein kräftiges Anpressen des Deckels *B* von außen; beim Öffnen wird *B* auf den Holzpuffer *d* zurückgelegt.

o ist ein Dreiweghahn, welcher während des Betriebs des Apparates abwechselnd die Communication zwischen dem Rohr *A* und dem Steigrohr eines höher liegenden Wasserreservoirs, oder dem Druckrohr *n* der durch die Transmission angetriebenen Druckpumpe, oder endlich zwischen beiden Rohren *m* und *n* herzustellen gestattet.

e ist ein Manometer, *h* Sicherheitsventil, *i* ein kleiner Lufthahn, *k* ein Hahn zum Ablassen des gebrauchten Wassers in die Cloake.

Der Apparat zum Probiren der Rohre auf inneren Druck ist an der Außenseite des Rohres *A* placirt. Von den beiden gußeisernen Docken ist die eine, *D*, am Rohre *A* festgeschraubt, die andere, *E*, auf der an *A* angegossenen Geradföhrung *s* verschieb- und feststellbar. Das zu probirende Rohr wird zwischen den Flanschen *u* und *w* mit Kautschukbeilagen mittelst der Schraube *y* wasserdicht eingespannt; die Docke *D* hat eine Längenbohrung, welche das zu probirende Rohr durch den Dreiweghahn *t* nach Bedürfnis mit dem oben erwähnten Wasserreservoir oder der Druckpumpe in Verbindung zu setzen gestattet.

F und *v* sind Stützen, zur Auflage des zu probirenden Rohres dienend.

Fig. 14 auf Blatt 2 zeigt den Grundriss der besprochenen Central-Werkstätte für Siederohr-Reparaturen am Nordbahnhofe Wien.

A und B sind zwei Siederohr-Fraisbänke der beschriebenen Construction, C und D Beiztröge, E der Spültrog, G der Trockenofen, H die zur Classificirung der Rohre dienende Brückenwage, J Platte für die Stauchringe, K ein verticaler, zum Geradrichten krummer Rohre dienender Balken; L ist der zum Löthen der Kupferstutzen so wie zur Herstellung von Böschungen bei Pumpen- und Dampföhren dienende Ofen, O der Löthofen zum Anlöthen der Stutzen an die Rohre, P der beschriebene Rohrprobir-Apparat, Q ein noch im Gebrauch stehender Rohrprobir-Apparat für inneren Druck mit Handpumpe p.

F, M, N, R und S sind Holzböcke zum Auflegen in Arbeit befindlicher Röhren.

T ist ein gewöhnliches Feuer für diverse Kupferschmiedearbeiten, U ein Blasebalg für Handbetrieb.

l, l₁, l₂, l₃ und l₄ sind Röhren der Windleitung; w ist das zum Wasserreservoir führende Druckrohr einer im Nebengebäude placirten Speisepumpe, d das zu den Probir-Apparaten führende Rohr der hydraulischen Druckpumpe.

a₁, a₂, a₃ und e sind in die Cloake g führende Ableitungsröhren.

Vergleichung der Kosten für Reparatur der Siedrohre.

Die Kosten stellen sich, wie folgt:

bei der neuen Einrichtung gegenwärtig		bei dem früheren Arbeitsvorgang	
Reinigen der Rohre	2.5 kr.	im Accord	8.0 kr. Lohn
Anstutzen "			24.0 " Accord
Probiren "	4.0 "	"	4.0
Stanzen "	0.5 "		
Fraisen "	1.0 "		
Abschneiden "	0.5 "		
Fraisen der Stutzen	1.25 "		
Börteln "	1.0		
Abstechen der Börtel	1.0		
Löthen	3.0		
Summe der Arbeitskosten	14.75		36.0 kr.
Hiezu kommt Regie			
40 Percent	5.9		14.4 "
Brennmaterial	0.75 (Coaks)		10.0 (Holzk.)
Salzsäure	0.8		
Summe	22.2		60.0 kr.

Ich lasse nun noch die Verfügung folgen, welche bezüglich der Auswechslung, Versendung und Reparatur der Siederöhren auf der Kais. Ferd. Nordbahn besteht.

Circulare an sämtliche Werkstätten der Nordbahn.

(Betreffend die Auswechslung der Reparatur der Siederöhre und der dabei ins Leben tretenden Verrechnungsweise.)

1. Behufs Erzielung billigerer Reparaturkosten bei den Siederöhren durch Concentrirung der Arbeit, und um eine wirksamere Controle betreffs deren Auswechslung ausüben zu können, werden von nun an sämtliche in den auswärtigen Werkstätten zur Anwendung kommenden Siederöhre in der Wiener Werkstätte reparirt.
2. Letztere wird stets eine genügende Anzahl der verschiedenen, bezüglich ihrer Länge sumeist vorkommenden Rohrgattungen im

Vorrath zu halten haben. Die hiebei vorkommenden Längendimensionen der Rohre stufen sich in folgender Weise ab:

1"	1"	1"	1"	1"
13-10	12-11 1/2	11-5 1/2	10-11	8-11 1/4
13-6	12-11	11-4 1/2	10-10	8-8
13-5 1/2	12-10 3/4	11-4	10-8	8-5
13-2	12-9 1/2	11-3 3/4	10-6 1/2	8-2
13-1 3/4	12-7	11-3	10-6	8-1 1/2
13-1 1/2		11-2	10-4 1/2	
13-0		11-1 1/4		
		11-1 1/2		
		11-1		
		11-0		

3. Sollten in einzelnen Fällen andere, als die hier angeführten Längendimensionen der Rohre benöthiget werden, so ist die Wiener Werkstätte Behufs Anfertigung derselben hievon rechtzeitig in Kenntnis zu setzen, um bei Reparatur der Maschinen keinen unnöthigen Aufenthalt zu verursachen.
4. Sämtliche Siederohrgattungen haben ohne Ausnahme einen äußeren Durchmesser von 2", der sich am Ende des Kupferstutzens bis auf 21" verringert.
5. Bezüglich der Wandstärke, respective des Gewichtes derselben unterscheidet man drei Gewichtsgattungen, nämlich:
I. starke, welche 1.75 \bar{H} p. l. Fuß und darüber
II. mittelstarke, welche 1.55 \bar{H} — 1.75 \bar{H} p. l. Fuß und
III. schwache, welche unter 1.55 \bar{H} p. l. Fuß wiegen.
6. Auf jedem von der Wiener Werkstätte abgesendeten Siederohr muß sowohl dessen Länge als auch dessen Gewichtsgattung, wie folgendes Beispiel andeutet, deutlich bezeichnet werden:

I	II	III	etc.	etc.
13'-2"	12'-11"	13'-2"		
7. Behufs Erzeugung der Siederöhre in den obgenannten Längen, sind von der Wiener Werkstätte bei Neubestellungen folgende Längendimensionen der Messingrohre beizubehalten:

1"	1"	1"	1"
13-11	12-7	11-6	10-5
13-6		11-0	
13-0			

- Dieselben müssen sämtlich einen äußeren Durchmesser von 2" W. Maß und ein Gewicht von 2 \bar{H} p. l. Fuß besitzen, um zur Uebernahme geeignet zu sein.
8. In einer Maschine dürfen nur Rohre ein und derselben der angegebenen 3 Gewichtsgattungen verwendet werden; und zwar muß, bei theilweiser Auswechslung derselben, die Gewichtsgattung der im Kessel noch befindlichen Rohre zur Zeit als sie das letztmal eingezogen wurden, als Basis angenommen werden.
9. Sämtliche auswärtige Werkstätten haben einen eben genügenden Vorrath von den vorzugsweise in Anwendung kommenden Rohrgattungen zu halten, um in Fällen dringenden Bedarfes in ihren Arbeiten nicht gestört zu sein.
10. Ebenso wird es denselben zur Pflicht gemacht, sowohl die noch in Reparatur kommenden, als auch die ganz untauglichen Rohre in dem Zustande an die Wiener Werkstätte abzuliefern, wie selbe aus dem Kessel genommen wurden, unter genauer Angabe der Stückzahl, der Längen und Gewichtsgattung mit der sie das letztmal eingezogen wurden, sowie des hierauf bezüglichen Datums.
11. Diese Consignation, welche in Form eines Sende Scheines auszustellen ist, gilt zugleich als Bestellungsschein, und die Wiener Werkstätte ist gehalten, unverzüglich den Ersatz der gleichen Rohrgattungen an die betreffenden Werkstätten abzusenden. Sollte ausnahmsweise eine andere Rohrgattung verlangt werden, als jene zu welchen die zurückgesendeten Rohre gehören, so hat diese Bestellung separat zu erfolgen.

12. Was die Verrechnung sowohl des Materials als auch der Reparaturkosten anbelangt, so ist dieß lediglich Aufgabe der Wiener Werkstätte, welche als Belege für die Reparaturen die Send- und Separat-Bestellungsscheine verwendet.
13. Die auswärtigen Werkstätten hingegen haben bloß den sämtlichen Vorrath an Siederohren, so wie die aus der Reparatur erhaltenen Ersatzrohre im Materialjournale nach den Längengattungen geordnet, mit genauer Angabe ihres wirklichen Gewichtes zu verrechnen.
14. Sie führen jedoch noch eine specielle Evidenz, in der auf der Eingangsseite sowohl der Vorrath nach den Längen- und Gewichts-Kategorien getrennt angeführt ist, als auch sämtliche von der Wiener Werkstätte erhaltenen reparirten Rohre, mit Beisetzung des Datums des Empfanges in derselben Weise genau eingetragen erscheinen.
- Auf der Ausgangsseite hingegen wird die Verwendung der Rohre bei den einzelnen Maschinen, ebenfalls unter Angabe der Länge und Gewichtskategorie eingetragen, um auf diese Weise genaue Einsicht in die Verwendung der einzelnen Rohre erlangen zu können.
15. Diese Anordnungen haben allsogleich nach deren Bekanntgebung ins Leben zu treten, und es sind somit sämtliche auswärtige Werkstätten angewiesen, ehestens ein genaues Inventar ihres Vorrathes von Siederohrmaterialien aufzunehmen, um die brauchbaren Rohre nach den sub 2 und 5 vorgeschriebenen Längen- und Gewichtskategorien zu sortiren.
16. Hiernach ist ein genaues Verzeichniß der so sortirten Rohre, so wie der voraussichtliche Bedarf an Siederohrgattungen sofort an das General-Inspectorat einzusenden, welches sodann die Materialvertheilung für die verschiedenen Werkstätten vornehmen wird.
17. Sämtliche unbrauchbaren Rohre, so wie die zur Reparatur derselben dienenden Materiale sind unverzüglich an die Wiener Werkstätte abzuliefern.
18. Schließlich wird noch in Erinnerung gebracht, dass bei Sendungen reparaturbedürftiger Rohre an die Wiener Werkstätte nach Thunlichkeit auf eine, möglichst günstige Ausnützung der Transportmittel Rücksicht genommen werde, daher wo es die Umstände erlauben, die Rohre in größeren Partien versendet werden sollen.

Versuch

zur Aufstellung einer neuen allgemeinen Formel für die gleichförmige

Bewegung des Wassers in Canälen und Flüssen,

gestützt auf die Resultate der in

Frankreich vorgenommenen umfangreichen und sorgfältigen Untersuchungen und der in

Nordamerika ausgeführten großartigen Strommessungen,

von

E. Ganguillet und W. R. Kutter,

Ingenieure in Bern.

Motto: „Si mon ouvrage n'a pas le mérite d'étendre
„autant que je l'aurais désiré les limites
„d'une science aussi importante, j'espère qu'il
„servira du moins à mieux diriger les efforts
„des savants, à encourager ceux qui se
„livrent aux observations, et à les convaincre
„par mon exemple qu'on peut, avec les talents
„les plus ordinaires, contribuer aux progrès
„de la philosophie naturelle, et marquer les
„écarts des hommes de génie.“

BERNARD, *Nouveaux principes d'hydraulique*, 1787.

1. Einleitung.

Ueberblick, Geschichtliches, neueste Untersuchungen und ihre Resultate.

1. Bisher angenommene Grundsätze.

Die Bewegung des Wassers in Canälen und Flüssen war seit langer Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Forschungen und Untersuchungen, womit sich die berühmtesten

Hydrauliker beschäftigt haben. Italien ist die Wiege der Hydraulik, und vermuthlich der Po das Gewässer, welches zur Forschung den ersten Anstoß gab. Man suchte Anfangs durch mathematische Sätze den Gesetzen der Bewegung des Wassers Ausdruck zu geben, und beschäftigte sich mit Hypothesen, welche mehr oder weniger Anspruch auf Uebereinstimmung mit den Erscheinungen der Wirklichkeit zu machen berechtigt waren.

Galilei, welcher die Gesetze des Falles der schweren Körper entdeckte, soll der erste gewesen sein, der sich, etwa im Anfange des 17. Jahrhunderts, mit den Gesetzen der Bewegung des Wassers in Flüssen beschäftigte. Wie wenig er jedoch der Wahrheit auf die Spur kam, zeigt folgender Umstand, welchen Bernard in seinem Werke: „*Nouveaux principes d'hydraulique*, Paris 1787“ anführt. Es wurde vorgeschlagen, den durch seine Ueberschwemmungen schädlichen, stark serpentinirenden Fluß Bisentio gerade zu legen. Galilei widersetzte sich diesem Projecte, und behauptete unter Anderem, dass in zwei Canälen mit gleichem absolutem Gefälle die Geschwindigkeit des Wassers die gleiche sein werde, welches auch die Verschiedenheit der Längen dieser Canäle sein möge, und dass die Serpentinien eines Flusses, wenn sie nicht sehr scharfe Winkel bilden, keine oder doch nur eine ganz unwesentliche Verzögerung des Wasserabflusses verursachen. Ein Ingenieur (Bartolotti), der über die Nothwendigkeit der Geradelegung des Bisentio geschrieben hatte, konnte Galilei nicht widerlegen, indem er nicht im Stande war, die Unrichtigkeit der Anschauungsweise desselben nachzuweisen. Die Geradelegung des Bisentio unterblieb und — sagt Bernard — „*Galilei eut alors le malheur de faire triompher son opinion au préjudice de la vérité*.“

Uebrigens führt Brünings in seiner „Abhandlung über die Geschwindigkeit des fließenden Wassers“ an, dass Galilei behauptete, „er habe bei der Entdeckung des Laufes der „Himmelskörper, trotz ihrer erstaunlichen Entfernung, wenige „Schwierigkeiten gefunden, als bei seinen angestellten Forschungen bezüglich der vor Augen stattfindenden Bewegung des Wassers in Flüssen“.

Nachdem Castelli, ein Schüler Galilei's, in seinem 1628 erschienenen, vom Papste Urban VIII. veranlassten Werke zum ersten Male die Geschwindigkeit des Wassers als ein Element in die Bewegung der abfließenden Wassermenge eingeführt hatte, entdeckte ein anderer Schüler Galilei's, der berühmte Toricelli, dass, abgesehen von den Widerständen, die Geschwindigkeit der Wasserstrahlen, welche aus kleinen Oeffnungen fließen, derjenigen im Raume fallender Körper gleich sei, wenn die Fallhöhe gleich der Druckhöhe angenommen wird, resp. dass die Geschwindigkeiten den Quadratwurzeln dieser Höhen proportional sind. Er leitete hieraus das Fundamentaltheorem der Hydraulik ab: „dass ohne Rücksicht auf Widerstände die Quadrate der Geschwindigkeiten des Wassers den Druckhöhen proportional sind.“ Er schloß auch, dass die Beschleunigung der Geschwindigkeit des Wassers auf schiefen Ebenen von dem Gefälle abhängt.

Am Ende des 17. Jahrhunderts erschien das Werk von Guglielmini, dem größten Meister der italienischen Schule. Dieser Gelehrte nahm das Theorem von Toricelli an und vervollkommnete die sogenannte parabolische Theorie der Flüsse, welche, kurzgefasst, folgende ist: „Ein Wassertheilchen, x Fuß unter der Wasseroberfläche, hat das Bestreben, sich mit der gleichen Geschwindigkeit zu bewegen, mit welcher es aus einer, x Fuß unter der Wasseroberfläche befindlichen Seitenöffnung eines Reservoir strömen würde, nämlich mit einer Geschwindigkeit, welche beim Falle durch x Fuß im leeren Raume erreicht und durch die Formel $v = \sqrt{2gx}$ ausgedrückt wird. Zieht man durch den gegebenen Punkt eine Senkrechte, und betrachtet dieselbe als Achse einer Parabel, deren Scheitel an der Wasseroberfläche liegt, und deren Parameter der vierfachen Distanz gleich ist, durch welche ein schwerer Körper in der ersten Sekunde fällt, so stellt die entsprechende Ordinate der Parabel die Geschwindigkeit des Wassertheilchens dar.“

Es ergibt sich nach dieser Theorie, dass die Geschwindigkeit des Wassers in einem Flusse an der Sohle am größten und an der Oberfläche am kleinsten, ja streng genommen gleich Null sein mußte, während in der Regel gerade das Gegentheil stattfindet. Man sieht, zu welchen Schlüssen in der Hydraulik selbst die größten Gelehrten auf dem Wege abstracter Theorien in jener Zeit gelangten.

In einer Abhandlung, welche Pitot 1732 der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorlegte, ist, gestützt

auf eine Reihe Messungen, welche dieser Gelehrte mit der von ihm erfundenen sogenannten Pitot'schen Röhre ausgeführt hatte, die Unrichtigkeit der oben erwähnten Theorie nachgewiesen, und ungefähr zu gleicher Zeit von Daniel Bernouilli das Princip der lebendigen Kräfte zum ersten Male auf die Theorie der Bewegung des Wassers angewendet worden, womit die Hydraulik in ein neues Stadium überging.

Der erste Versuch zur Auffindung des Gesetzes, wonach die Geschwindigkeit des Wassers vom Gefälle und vom Profile eines Flusses abhängt, rührt, nach Hagen, von Brahm's her, welcher in seinen „Anfangsgründen der Deich- und Wasserbaukunst, Aurich, circa 1753,“ annahm, dass die Beschleunigung, welche man nach den Gesetzen der Mechanik erwarten sollte, bei den Flüssen nicht vorkomme, sondern dass das Wasser in denselben eine constante Geschwindigkeit annehme. Er bezeichnet die Reibung des Wassers an dem benetzten Umfange als diejenige Kraft, welche der Beschleunigung entgegenwirkt, und nimmt an, dass sie dem Flächeninhalte des Querprofiles, dividirt durch den benetzten Umfang $\left(\frac{a}{p}\right)$ proportional sei.

Brahm's und de Chézy*) (1775) sind als die Autoren der bekannten Formel

$$v = c \sqrt{\frac{a}{p} \times \frac{h}{l}} = c \sqrt{RJ}$$

zu betrachten.

*) Ein berühmter französischer Ingenieur.

Inhalt.

I. Einleitung.

Ueberblick, Geschichtliches, neueste Untersuchungen und ihre Resultate.

1. Bisher angenommene Grundsätze.
2. Die bisherigen Formeln.
3. In den bisherigen Formeln ist kein Einfluß der Rauheit des benetzten Umfanges und des Gefälles auf die Coefficienten der Formeln angenommen.
4. Unzulänglichkeit der bisherigen Formeln.
5. Darcy und Bazin. Neue, umfassende Untersuchungen.
6. Resultate des Herrn Bazin.
7. Neue Formel.
8. Humphreys und Abbot. Untersuchungen am Mississippi etc.
9. Das gefundene Parabelgesetz.
10. Die Reibung an der Wasseroberfläche.
11. Die neue, amerikanische Formel.
12. Vergleichung der amerikanischen Formel mit derjenigen des Herrn Bazin. Variationen der Coefficienten.
13. Bemerkungen über beide Formeln.
14. Gesamt-Resultate.
15. Aufgabe zur Aufstellung einer allgemein anwendbaren Formel.

II. Aufstellung der allgemeinen Formel für die gleichförmige Bewegung des Wassers in Canälen und Flüssen.

16. Grundlage der allgemeinen Formel.
17. Drei verschiedene Hyperbel-Gleichungen, bezüglich der Darstellung des Coefficienten c in der Formel $v = c \sqrt{RJ}$. Etwas über die Hyperbel.
18. Vergleichung der drei Formeln.
19. Nachweis, dass die Formel (2) wenigstens eben so richtige Resultate gibt, als die Formel des Herrn Bazin (1).
20. Relation zwischen den, die Grade der Rauheit des benetzten Umfanges bezeichnenden Coefficienten, in Verbindung mit den Werten R . Allgemeinheit der Formel.
21. Die Variation des Gefälles und ihr Einfluß auf die Variation des Coefficienten c in der allgemeinen Formel $v = c \sqrt{RJ}$.
22. Art des Einflusses der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten c .
23. Aufstellung der Formel, bezüglich ihrer allgemeinen Form.
24. Zusammenhang der Resultate vom Mississippi mit denjenigen anderer Flüsse, in Bezug auf den Einfluß der Variation des Gefälles.

25. Bei vergleichbaren Messungsergebnissen mit ungleichen Gefällen schneiden sich die geraden Linien, deren Abscissen $= \frac{1}{\sqrt{R}}$

und deren Ordinaten $= \frac{1}{c}$. Folgerungen.

26. Bestimmung des constanten Wertes l in dem Ausdrucke $z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$.
27. Bestimmung des constanten Wertes a in dem Ausdrucke $z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$.
28. Bestimmung des constanten Wertes m in dem Ausdrucke $z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$.
29. Bestimmung der, mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variirenden Wertes n aus den Messungsergebnissen.
30. Résumé. Definitive Formel.
31. Bestimmung einiger Haupt-Coefficientenreihen für die Grade der Rauheit des benetzten Umfanges, als Mittelwerte und Anhaltspunkte.
32. Nachweis, dass für eine allgemeine Formel zur Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers in Canälen etc. bezüglich des Gefälles nicht die monomische, sondern die binomische Form passt.
33. Nachweis der Richtigkeit des in der neuen allgemeinen Formel herrschenden Hyperbelgesetzes.
34. Transformation der neuen Formel aus dem Metermaße in andere Landesmaße.
35. Die Einfachheit der neuen allgemeinen Formel für den practischen Gebrauch.
- 35 a. Einfache graphische Bestimmung der unbekannten Werte c , n , R und l , wenn drei derselben gegeben sind.
36. Nachweis der Richtigkeit der neuen allgemeinen Formel an 210 sehr verschiedenartigen Messungsergebnissen.
37. Bemerkungen über das Ergebnis und über die Messungen.
38. Schlussbemerkung.

III. Tabellen zum practischen Gebrauche.

39. Tabelle I, enthaltend die Elemente und die Werte n einer Anzahl Messungsergebnisse.
40. Tabelle II, enthaltend die Werte $a + \frac{l}{n}$ und $\frac{m}{J}$.
41. Tabelle III, enthaltend die Werte z und x für eine Reihe Gefälle und für die sechs Hauptcoefficientenreihen.

Schon vor etwas mehr als hundert Jahren stellten Michelotti und Bossut den richtigen Grundsatz fest, dass die Formeln für die Bewegung des Wassers aus den Resultaten der Beobachtungen, und keineswegs von abstracten Sätzen abzuleiten sind. Dubuat (1779), welcher die Richtigkeit dieses Grundsatzes anerkannte, unternahm es, auf dem Wege gründlicher Untersuchung die Gesetze der Bewegung des Wassers zu erforschen, zu welchem Zwecke er sowohl an einem besonders construirten kleinen hölzernen Canale, als auch am Canal du Jard und am Haine-Fluß in Frankreich sehr sorgfältige Messungen ausführte. Das Ergebnis der gewonnenen Resultate fasst er in folgende zwei Hauptsätze zusammen:

1. „Die Kraft, welche das Wasser in Bewegung setzt kommt einzig von der Neigung der Wasseroberfläche her.“
2. „Bei gleichförmiger Bewegung ist der Widerstand, welchen das Wasser erleidet, oder die verzögernde Kraft der beschleunigenden Kraft gleich.“

Durch seine Untersuchungen hat Dubuat außerdem festgestellt, dass die verzögernde Kraft von dem Gewichte des Wassers, oder vom Wasserdrucke, unabhängig ist, so dass die Reibung des Wassers an den Wänden der Röhren und Canäle von derjenigen fester Körper unter sich vollständig verschieden ist.

Bezüglich der Bewegung des Wassers in Canälen gelangt de Prony in seinen „*Recherches physico-mathematiques*“ unter andern noch zu folgenden Schlüssen:

„In einer Senkrechten eines Wasserquerprofiles bewegen sich die Wassertheilchen mit ungleichen Geschwindigkeiten in der Weise, dass die Geschwindigkeiten von der Oberfläche bis zur Sohle abnehmen.“

„Die Geschwindigkeiten an der Oberfläche und an der Sohle, und die mittlere Geschwindigkeit stehen unter sich in einer gewissen Relation, welche Dubuat merkwürdiger Weise unabhängig von der Größe und der Form des Querprofiles gefunden hat.“

„Beim fließenden Wasser hängt sich eine Wasserschicht an die Wände der Röhren und Canäle, so dass diese Schicht als die eigentliche Wand zu betrachten ist, welche die abfließende Flüssigkeitsmasse umgibt. Nach den Untersuchungen von Dubuat scheint die Anziehungskraft der Wände an dieser Schicht aufzuhören, so dass die Verschiedenheit des Materiales der Wände keine merkliche Variation des Widerstandes hervorbringt.“

„Die Wassertheilchen ziehen sich gegenseitig an und werden von den Canalwänden angezogen. Diese Anziehungen sind im Allgemeinen durch zwei verschiedene Werte auszudrücken, welche jedoch von gleicher Art und unter sich vergleichbar sein sollen.“

2. Die bisherigen Formeln.

Da nach den Untersuchungen von Coulomb der Widerstand an den Canalwänden aus zwei Ausdrücken besteht, wovon der erste mit der Geschwindigkeit des Wassers und der andere mit dem Quadrate derselben propor-

tional ist, so hat de Prony nach diesem Grundsatz seine bekannte Formel aufgestellt, nämlich:

$$RJ = av + bv^2,$$

in welcher

R das Wasserquerprofil, dividirt durch den benetzten Umfang, die mittlere hydraulische Tiefe, der sogenannte mittlere Radius,

J (*inclination*) die Neigung, das Gefälle des Wasserspiegels auf die Längeneinheit bezogen,

v (*velocitas*) die mittlere Geschwindigkeit in einem Wasserquerprofile,

$a = \frac{a}{g}$ und $b = \frac{b}{g}$ die aus den Resultaten der Untersuchungen zu bestimmenden Reibungscoefficienten bedeuten.

Die Coefficienten a und b bestimmte de Prony nach dreißig Messungen von Dubuat und einer von de Chézy wie folgt:

$$a = 0.000044, \quad b = 0.000309$$

für das Metermaß.

Etwas später schlug Eytelwein, gestützt auf obige 31 und noch auf 55 Messungsergebnisse deutscher Hydrauliker, Brüning's, Woltmann und Funk, vor, zu setzen:

$$a = 0.000024, \quad b = 0.000366.$$

Zur Vereinfachung glaubten mehrere Autoren, den kleinen Wert av in obiger Formel bei Flüssen und bei größeren mittleren Geschwindigkeiten, als 1^m,00 per Sekunde, weglassen zu können, und schon 1775 hatte de Chézy, in Uebereinstimmung mit Brahm's (1753), folgende Formel aufgestellt:

$$RJ = bv^2,$$

in welcher

$$b = \frac{0.007848}{2g} = 0.0004$$

angenommen wurde, während Eytelwein für b endlich den Wert 0,000386 annahm.

Die italienischen Hydrauliker adoptirten den Coefficienten 0.0004, und in Deutschland und der Schweiz bediente man sich bis in die neuere Zeit desjenigen von Eytelwein unter der Form von Brahm's:

$$v = 50.9\sqrt{RJ}$$

für das Metermaß, oder

$$v = 90.9\sqrt{RJ}$$

für den rheinländischen oder preussischen Fuß,

$$v = 90.5\sqrt{RJ}$$

für den österreichischen Fuß und

$$v = 93\sqrt{RJ}$$

für den Schweizer Fuß.

Ohne uns noch mit den Formeln von Dupuit, de St. Venant u. A. beschäftigen zu wollen, welche übrigens von den oben angegebenen Grundsätzen ausgehen, haben wir nur zu bemerken, dass in allen diesen Formeln keine Variation ihrer Coefficienten angenommen ist, sondern dass diese Coefficienten constante Werte sind. Rühlmann und Weisbach geben für die Form

$$v = c\sqrt{RJ},$$

aus der Formel von de Prony abgeleitete, mit v variierende Werte c , wie folgt:

Wenn $v = 0,1$, so ist $c = 36,4$	
0,2	43,4
0,3	46,7
0,4	48,8
0,5	50,1
0,75	52,1
1,00	53,2
1,25	53,8
1,50	54,3
2,00	54,9

3. In den bisherigen Formeln ist kein Einfluß der Rauheit des benetzten Umfanges und des Gefälles auf die Coefficienten der Formeln angenommen.

Nach Dubuat und de Prony und allen älteren und neueren Hydraulikern war ein Einfluß der verschiedenen Rauheiten des benetzten Umfanges, so wie der Variation des Gefälles auf die Variation der Coefficienten ausgeschlossen, und seit dem Anfange dieses Jahrhunderts sind die Experimente zu genauerer Bestimmung der Erfahrungscoefficienten der Formeln nicht erheblich vermehrt worden; dagegen stellte sich die Unzulänglichkeit dieser Coefficienten immer mehr heraus; die Ausbrüche canalisirter oder eingedämmter Flüsse — wir erinnern nur an die Rhone bei Lyon — veranlassten ein gerechtes Mißtrauen in die Zuverlässigkeit der gebrauchten Formeln, weshalb man in der Praxis anfang, sie für die Lösung bezüglich der Aufgaben in etwas, jedoch ohne sichern Anhalt, zu modificiren.

4. Unzulänglichkeit der bisherigen Formeln.

In seinem Werke „*Etudes sur les inondations*“ schreibt Vallés dem unbedingten Zutrauen zu den genannten Formeln die unrichtige Bestimmung mancher Canalquerprofile in Frankreich, und die Calamitäten zu, welche bei Wasserschwellungen an solchen Orten entstanden sind und noch entstehen. Und in der That, denkt man sich z. B. einen Gebirgsfluß, welcher eingedämmt werden soll, und dessen Abflußprofil zwischen den Dämmen nach den Formeln von de Prony oder Eytelwein berechnet wurde, so mußte dieses Profil zu klein ausfallen, wenn die Coefficienten der Formeln für diesen Fall nicht passten, sondern zu groß waren. Die Folgen davon sind Dammbüche, Ueberschwemmungen und was damit zusammenhängt. Auch deutsche Hydrauliker, Hagen, Dr. Bauernfeind etc. sprachen Zweifel über die Stichhaltigkeit der erwähnten Formeln und ihrer Coefficienten aus.

Man hat hierseits für Gewässer mit Geschieben eine Modification in dem Sinne einzuführen versucht, dass der benetzte Umfang nicht nach den geradlinigen Dimensionen der Querprofile, sondern nach der Länge einer Linie zu bestimmen wäre, welche allen halben Umfängen der Steine an der Sohle, und allen Rauheiten der Ufer folgt, wie dieses auch schon Andere, bezüglich der Wasserpflanzen, versucht hatten. Freilich wurde kein Verfahren aufgefunden, um die Länge dieser Linie sicher zu bestimmen, und man setzte,

je nach der Größe der Geschiebe, $1,4p$ (p Perimeter, benetzter Umfang) bis $1,8p$, wodurch der Wert R verhältnismäßig reducirt wurde.

Defontaine fand am Rhein die größte Geschwindigkeit an der Oberfläche und eine starke Abnahme der Geschwindigkeit gegen die Sohle zu, welchen Umstand er der Beschaffenheit des Flußbettes (Geschiebe) zuschreibt: siehe *Annales des ponts et chaussées*, 1833.

Die gußeisernen Röhren, welche zur Wasserversorgung der Stadt Grenoble verwendet wurden, gaben schon nach sechs Jahren nicht mehr die Hälfte des ursprünglichen Wasserquantums, und bei näherer Untersuchung ergab sich, dass eisenhaltige Knoten, welche sich am inneren Rande der Röhren angesetzt hatten, die Ursache waren; siehe die daherigen Abhandlungen in den *Annales des ponts et chaussées* 1834 von Fournet, 1835 von Gras und 1837 von Payen. Aehnliche Erfahrungen wurden bei der Wasserversorgung von Toulouse gemacht, und dürften vielleicht schon die Römer veranlasst haben, ihre Wasserleitungen vorzugsweise in Stein auszuführen.

Dieses alles weist darauf hin, dass in den Formeln nicht constante Geschwindigkeitscoefficienten zulässig sind, sondern dass diese variiren müssen.

5. Darcy und Bazin. Neue, umfassende Untersuchungen.

Mitten in der herrschenden Unsicherheit war es einem Manne vorbehalten, dessen Gelehrsamkeit, verbunden mit einem großen Scharfblicke und Forschungsgeiste ihn besonders dazu befähigte, zu einer ganz neuen Erkenntnis Bahn zu brechen. Der berühmte Herr H. Darcy, *Inspecteur général des ponts et chaussées*, welchem die Stadt Dijon ihre vorzügliche Wasserversorgung verdankt, hatte daselbst bei der Verwendung von Wasserleitungsröhren, in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen Anderer, bemerkt, dass diejenigen Röhren die größte Wassermenge in einer gewissen Zeiteinheit lieferten, welche die glätteste innere Fläche darboten, resp. dass in diesen Röhren die größte Geschwindigkeit des Wassers stattfand. Er schloß mit Recht auf eine gleiche Erscheinung in offenen Canälen, und unternahm es, in diesem Sinne gründliche und ausgedehnte Untersuchungen anzustellen. Nachdem er sich durch die Resultate verschiedener Messungen seines Collegen Baumgarten an mehreren Canälen bei Marseille von der Richtigkeit seiner Voraussetzung vollständig überzeugt sah, ließ er mit Ermächtigung seiner Regierung am Canal de Bourgogne, in der Gegend von Dijon, einen besonderen Experimentircanal von 596,5 Meter Länge, 2 Meter Breite und 1 Meter Tiefe, anlegen, welcher sein Wasser aus dem Canal de Bourgogne, Bief Nr. 57, empfangt und in den Fluß l'Ouche ergoß. Beim Einlaufe in den Experimentircanal war ein doppeltes Reservoir angelegt, und in der Wand des untern waren 12 genau gleichgroße, mit Kupfer beschlagene, quadratförmige Oeffnungen angebracht, deren Wasserergebnisse für jeden Pegelstand im Reservoir durch eine Menge sorgfältiger Messungen zum Voraus ausgemittelt wurden. Dem Experimentircanale selbst wurden successive sehr

verschiedenartige Verkleidungen, nämlich von reinem Cement, Cement mit $\frac{1}{2}$ Sand, Brettern, Backsteinen, angebrachtem feinem und grobem Kies, aufgenagelten Querlatten mit 0.01 und 0.05 Meter Distanz, so wie auch verschiedene Formen, Dimensionen und Gefälle (zwischen 0.001 und 0.009) gegeben. Für alle diese mannigfaltigen Grade der Rauheit des benetzten Umfanges, Formen und Gefälle wurden sorgfältige Wassermessungen mittelst der von Herrn Darcy wesentlich verbesserten Wassermessungsröhre (von Pitot, *tube jaugeur de Darcy*), aber hauptsächlich durch Division der Wasserquerprofile in die, in beobachteten Zeitabschnitten abgelaufenen, zum Voraus bestimmten Wassermengen ausgeführt, und die Resultate in Serien von gewöhnlich 12 Versuchen zusammengestellt. Ferner wurden noch die Resultate der Flußmessungen von Dubuat, Brünings, Woltmann, Funk, Poirée, Emmery, Leveillé etc. beigezogen, während diejenigen vom Mississippi etc. in Europa noch nicht bekannt waren.

Die ersten Einrichtungen und Anordnungen waren von Herrn Darcy ausgegangen, als ihn der Tod mitten aus seiner fruchtbaren und segensreichen Thätigkeit abrief. An seinem, zum Zwecke der Mitwirkung berufenen Gehilfen, Herrn H. Bazin, *Ingenieur des ponts et chaussées*, war es nun, das umfangreiche Unternehmen auszuführen. Er war es, welcher die Wassermessungen besorgte und leitete, sie auf verschiedene Seitenanäle des Canal de Bourgogne ausdehnte, der die zahlreichen Resultate sammelte und verarbeitete, und welcher das höchst bemerkenswerte Werk „*Recherches hydrauliques*“, als die Frucht mehrjähriger Untersuchungen und Studien, verfasste, ein Werk, das von der Akademie der Wissenschaften in Paris nicht nur mit dem ungetheiltesten Beifalle aufgenommen, sondern auch in der letzten Zeit mit einem bedeutenden Preise gekrönt wurde.

6. Resultate des Herrn Bazin.

Das Hauptergebnis der Untersuchungen des Herrn Bazin, bezüglich der gleichförmigen Bewegung des Wassers, ist folgendes:

1. Die Coefficienten der Formeln für die Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers in Canälen und Flüssen mit gleichförmiger Bewegung variiren mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges, im Gegensatze zu der Annahme von de Prony, dass eine Wasserschicht an den Canalwänden den Umfang der abfließenden Flüssigkeitsmasse bilde, und dass daher die Beschaffenheit der Canalwände keinen Einfluß auf die Reibung ausübe.

2. Diese Coefficienten variiren weit besser mit der mittleren hydraulischen Tiefe R , als mit der mittleren Geschwindigkeit v .

Herr Bazin hatte zwar auch einen Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation der Coefficienten wahrgenommen, nämlich der Hauptsache nach eine Zunahme des Coefficienten c (in dem Ausdrucke $v = c\sqrt{RJ}$) mit der Zunahme des Gefälles, oder eine Abnahme der Coefficienten seiner Formel mit dieser Zunahme, denselben

jedoch nicht so bedeutend gefunden, dass er sich veranlasst gesehen hätte, ihm besondere Rechnung zu tragen. Ebenso wurde auch bemerkt, dass die Halbkreisform des Querprofiles dem Wasserabflusse günstiger ist, als die rechtwinkelige.

7. Neue Formel.

Die gewonnene neue Erkenntnis in der Hydraulik ist von der größten Wichtigkeit und Bedeutung, und führte natürlich zu einer neuen Formel. Herr Bazin hat für die wahrgenommenen Grade der Rauheit des benetzten Umfanges vier Kategorien, und für jede derselben zwei Coefficienten (Interpolations - Coefficienten) aufgestellt, welche beide mit den vier Rauheitsgraden variiren. An die Stelle des Coefficienten b in der abgekürzten Formel von de Prony

$$RJ = bv^2$$

setzte er nämlich den Wert

$$\alpha + \frac{\beta}{R},$$

in welchem je für eine Kategorie α constant, β aber, wie man sieht, mit dem Werte R variabel ist. Die allgemeine Formel des Herrn Bazin ist daher folgende:

$$RJ = \left(\alpha + \frac{\beta}{R}\right) v^2,$$

oder

$$v = \sqrt{\frac{RJ}{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

Die Coefficienten α und β wurden aus den Messungsergebnissen abgeleitet, wobei, neben der Berechnung, auch das graphische Verfahren wesentliche Dienste leistete. Da

$$RJ = \left(\alpha + \frac{\beta}{R}\right) v^2$$

eine Gleichung der geraden Linie enthält, so wurden aus den Messungsergebnissen die Werte $\frac{1}{R}$ als Abscissen, und die

Werte $\frac{RJ}{v^2}$, welche Herr Bazin mit A bezeichnete, als Ordinaten aufgetragen. Durch die erhaltenen Punkte einer zusammengehörigen Reihe von Messungsergebnissen, Serie, wurde eine möglichst genau vermittelnde gerade Linie gezogen, und es ergab sich der Coefficient α durch die Entfernung des Ursprunges der Coordinatenachsen bis zu demjenigen Punkte, in welchem die vermittelnde Gerade die Ordinatenachse schneidet, und der Coefficient β durch die Tangente des Winkels, welchen die vermittelnde Gerade mit der Abscissenachse bildet.

Die ermittelten Erfahrungs- oder Interpolations-Coefficienten sind für die vier aufgestellten Kategorien und für das Metermaß folgende:

Kategorie I. Canäle in sorgfältig gehobeltem Holze und in Cement:

$$\alpha = 0.00015 \quad \beta = 0.0000045.$$

Kategorie II. Canäle in behauenen Quadersteinen, Backsteinen und ungehobeltem Holz:

$$\alpha = 0.00019 \quad \beta = 0.0000133.$$

Kategorie III. Canäle in Mauerwerk von Bruchsteinen:

$$\alpha = 0.00024 \quad \beta = 0.0000600.$$

Kategorie IV. Canäle in Erde:

$$\alpha = 0.00028 \quad \beta = 0.0003500.$$

Hinsichtlich der Aufstellung von vier Kategorien ist zu bemerken, dass auch noch mehr solcher Kategorien hätten aufgestellt werden können, wenn man es für nöthig gehalten hätte. Für Gewässer mit Geschieben haben wir indeß, gestützt auf eine Anzahl bezüglichlicher Messungsergebnisse, eine fünfte Kategorie beigelegt, deren Coefficienten wir bestimmten, wie folgt:

$$\alpha = 0.00040 \quad \beta = 0.0007000.$$

8. Humphreys und Abbot. Untersuchungen am Mississippi.

Wenige Jahre früher, als Herr Bazin seine wertvollen Untersuchungen ausführte, waren auch in Nordamerika tüchtige Ingenieure, den Capitän A. A. Humphreys und den Lieutenant L. H. Abbot an der Spitze, damit beschäftigt, im Auftrage ihrer Regierung die Ausdehnung und die physische Beschaffenheit des Ueberschwemmungsgebietes des untern Mississippi, vom Ohio bis zur Mündung bei New-Orleans, auszumitteln und ein Project für die Eindämmung dieses Stromes und seiner Nebenflüsse auszuarbeiten.

Der Mississippi, der zweitgrößte Strom der Erde, hat auf der genannten Strecke ein Ueberschwemmungsgebiet, welches ungefähr dem Flächeninhalte Deutschlands oder Frankreichs gleichkommen mag. Sein Bett hat hier eine mittlere Breite von 1000 bis 1500 Meter, und eine maximale Tiefe von 45 Meter. Unterhalb der Einmündung des Ohio in den Mississippi beträgt der Niveauunterschied des niedrigsten und höchsten Wasserstandes 15 Meter, und die maximale Abflußmenge wird auf circa 33000 Cubikmeter oder 1220000 Cubikfuß per Sekunde angegeben.

Während ungefähr 10 Jahren (1850—1860) arbeitete die sogenannte Mississippi-Commission, welche den bisher angewandten Geschwindigkeitsformeln kein unbedingtes Zutrauen zu schenken schien, und mit Recht eine directe Ermittlung der Gesetze der Bewegung des Wassers in diesem Strome für nothwendig hielt, an den hydrometrischen, geologischen und physikalischen Erhebungen, sowie an den Vermessungen. Die verhältnismäßig sehr große mittlere Geschwindigkeit der colossalen Wassermasse (circa 2 Meter per Sekunde) und die außerordentlich großen Tiefen setzten den Untersuchungen ungewöhnliche Schwierigkeiten entgegen, welche aber von den amerikanischen Ingenieuren mit dem besten Erfolge überwunden wurden. Da für die Ermittlung der Geschwindigkeiten in einem gegebenen Punkte unter Wasser bei so großen Tiefen der Woltmann'sche Flügel ebenso wenig als die Pitot'sche Röhre hätten gebraucht werden können, so wurden Doppelschwimmer angewandt, von denen der schwerere in der jeweiligen bestimmten Tiefe, der leichtere aber an der Oberfläche schwamm. Beide waren durch ein dünnes Hanfseil verbunden. Die Linie, welche den Weg der Schwimmer be-

zeichnete, wurde von einer Basis, am Ufer aus, mittelst zweier an den Basisenden aufgestellten Theodolithe bestimmt, und die Zeit genau beobachtet, welche die Schwimmer zum Passiren der gegebenen Strecke brauchten. In den an gewählten regelmäßigen Stromstrecken abgesteckten Querschnittslinien wurden in einer Anzahl Verticalebenen unter Wasser von Tiefe zu Tiefe solche Geschwindigkeitsmessungen vorgenommen, und diese so oft wiederholt, bis über die Genauigkeit der Resultate nicht der leiseste Zweifel mehr übrig blieb. Aus der Gesamtheit dieser Resultate ergaben sich die Elemente, aus welchen Humphreys und Abbot ihre neue Formel ableiteten.

9. Das gefundene Parabelgesetz.

Aus den Messungsergebnissen ergab sich, (im Gegensatze mit der Theorie von Guglielmini,) dass die Geschwindigkeiten in einer Verticalebene unter Wasser, graphisch aufgetragen, einer parabolischen Curve folgen, deren Achse parallel mit dem Wasserspiegel, bei ruhiger Luft auf circa 0.3 der Tiefe unter der Wasseroberfläche liegt, da, wo die größte Geschwindigkeit vorkommt, und dass diese Achse, respective die größte Geschwindigkeit bei flüßabwärts wehendem Winde, bis nahe an die Wasseroberfläche steigt, während sie bei flüßaufwärts wehendem Winde bis unter die mittlere Tiefe herabsinkt. Die Werte der Geschwindigkeiten in Horizontalebenen wurden ebenfalls auf parabolische Curven zurückgeführt, deren Scheitel da liegt, wo die größte Geschwindigkeit vorkommt.

Auch Herr Bazin, und früher schon Boileau, Hennoque, Defontaine u. A. hatten gefunden, dass die Geschwindigkeiten in einer Verticalen annähernd nach dem Gesetze der Parabel abnehmen, und dass die größte Geschwindigkeit in der Regel etwas unter der Wasseroberfläche gefunden wird.

10. Die Reibung an der Wasseroberfläche.

Humphreys und Abbot glaubten überdieß aus den wahrgenommenen Erscheinungen zu der Erkenntnis gelangt zu sein und nachweisen zu können, dass das Wasser an der Oberfläche einer ebenso starken Reibung ausgesetzt sei, als an dem benetzten Umfange des Querprofils, weshalb sie in ihrer neuen Formel an die Stelle des Wertes

$$R \left(= \frac{A}{P} \right)$$

den Wert

$$R_1 \left(= \frac{A}{P + W} \right)$$

setzten, in welchem W die Wasserspiegelbreite bezeichnet. Diese Annahme wäre richtig, wenn durch sorgfältige Beobachtungen, z. B. an rechtwinkligen Canälen von gleicher Breite und Wassertiefe, sich herausstellte, dass die Geschwindigkeiten an der Sohle und an der Oberfläche ungefähr gleich sind, wobei es aber noch darauf ankäme, welchen Grad der Rauheit die Sohle besitzt, da die verschiedenen dießfallsigen Grade, wie wir früher gesehen haben, sehr verschiedenen Einfluß auf die Reibung ausüben; Einflüsse, welche nicht in jedem Falle demjenigen der Reibung an

der Oberfläche gleich sein können. Nun haben aber Humphreys und Abbot die Geschwindigkeiten an der Oberfläche größer gefunden, als an der Sohle, mithin scheint ihre Annahme nicht stichhaltig zu sein. Ueber diesen Gegenstand hat auch Herr Bazin sehr sorgfältige und einlässliche Untersuchungen angestellt, jedoch keinen Einfluß der Luft auf die Bewegung des Wassers, resp. keine verzögernde Reibung an der Oberfläche wahrgenommen, obwohl S. 152 der „*Recherches hydrauliques*“ bemerkt wird, dass bei gleicher Wassertiefe und Breite die größte Geschwindigkeit ungefähr in der halben Tiefe vorkomme, woraus man schließen könnte, dass die Geschwindigkeit an der Oberfläche in diesem Falle derjenigen an der Sohle gleich sei, ohne dass jedoch die Ursache einer Reibung, gleich derjenigen an der Sohle, zugeschrieben werden müßte. Freilich konnte ein derartiger Einfluß, wenn ein solcher existirt, an kleinen Canälen nicht so leicht bemerkt werden, als bei einem Strome wie der Mississippi. Herr Bazin nimmt indeß mit Humphreys und Abbot an, dass die Ursache der geringern Geschwindigkeit an der Oberfläche in den Wirkungen zu suchen sein möchte, welche durch Unregelmäßigkeiten an der Sohle entstehen und, sich bis zur Oberfläche fortpflanzend, hier als störende Bewegungen auftreten. Es kann indeß dahin gestellt bleiben, ob am Mississippi ein so entscheidender Einfluß dieser Art überhaupt vorhanden ist oder nicht (unmöglich ist er keineswegs); bezüglich der Formeln hat derselbe jedoch keine andere Wirkung, als dass die Erfahrungs-Coefficienten darnach eingerichtet werden müssen, wie dieses auch in der neuen Formel von Humphreys und Abbot geschehen ist.

Für die Herleitung und mathematische Entwicklung dieser Formel wird auf das englische Originalwerk von Humphreys und Abbot, auf die deutsche Uebersetzung von Grebenau, mit dem Titel: „Theorie der Bewegung des Wassers in Canälen und Flüssen etc.“, München, 1867, und auf eine französische Bearbeitung, *Résumé* von Fournié, Paris, 1867, verwiesen.

11. Die neue amerikanische Formel.

Die Formel ist folgende für das Metermaß:

$$v = \left[\sqrt{0.0025 m} + \sqrt{68.72 R_1 \sqrt{J}} - 0.05 \sqrt{m} \right]^2,$$

$$m = \frac{0.933}{\sqrt{R + 0.457}},$$

$$R_1 = \frac{A}{P + W}, \text{ d. h. der Flächeninhalt des Wasserquer-}$$

profils, dividirt durch die Summe des benetzten Umfanges und der Wasserspiegelbreite.

Lässt man in dieser complicirten Formel die beiden sehr kleinen Werte am Anfang und am Ende des zweiten Theiles der Gleichung weg, und setzt man in dem übrigen bleibenden mittleren Werte, statt R_1 , den Wert $0.5 R$, was in den meisten Fällen ohne Nachtheil geschehen kann, da W meistens nahezu $= P$, so erhält man die weit einfachere Formel:

$$v = 3 \sqrt{68.72 \times 0.5 R_1} \times \sqrt[3]{J},$$

oder

$$v = 35.86 \sqrt{R} \times \sqrt[3]{J},$$

oder noch einfacher

$$v = k \sqrt{R} \sqrt[3]{J}.$$

k bedeutet in dem letzteren Ausdrucke den an der Stelle der beiden weggelassenen Glieder der Gleichung eingeführten Corrections-Coefficienten β (welcher, je nach der Größe der Werte R , zwischen 0.85 und 0.97, also sehr wenig variirt), multiplicirt mit dem, vor das Wurzelzeichen gesetzten auf die Hälfte reducirten Coefficienten des mittleren Gliedes der Hauptformel.

Diese neue amerikanische Formel, welche den Messungsergebnissen vom Mississippi und seinen Nebenflüssen angepasst ist, stimmt auch mit Resultaten von sorgfältigen Messungen Grebenau's an Bächen in Rheinbaiern, und überhaupt mit solchen Messungsergebnissen überein, wo die Gefälle klein sind und eine gewisse Grenze nicht überschreiten. Humphreys, Abbot und Grebenau fordern aber selbst auf, sie auch an Gewässern mit starken Gefällen zu prüfen. Wir haben zu diesem Zwecke bei einem gegebenen Anlasse die Wildbachschalen am Thunersee und die Alpbachschale zu Meiringen, und Momente gewählt wo ein etwas erheblicher Wasserabfluß stattfand. Diese Wildbachschalen sind, mit großen Bruchsteinen halbkreisförmig ausgemauerte Rinnsale von 4 bis 10 Meter oberer Breite und 150 bis 500 Meter Länge, und dazu bestimmt, bei Wassergrößen das angeschwollene Wasser sammt Gerölle und Felsstücken von den Gebirgen unschädlich abzuführen. Die vorkommenden sehr starken Gefälle ließen uns ein für die Prüfung der Formel entscheidendes Resultat erwarten. Die Geschwindigkeitsmessungen wurden im Sommer 1867 mittelst verschiedener Schwimmer und öfterer Wiederholung sorgfältig ausgeführt, und die mittleren Geschwindigkeiten nach den, mit den Werten R und den Rauheitsgraden variirenden, Coefficienten $\frac{v_m}{v_o}$ von Herrn Bazin bestimmt. Die erhaltenen mittleren Geschwindigkeiten nach den Messungen und nach der Formel sind folgende in Metermaß:

1. Grönnbachschale zu Merligen.

Gefälle 0.083 bis 0.107. $R = 0.108$ bis 0.197,

$v = 3.6$ bis 5.8.

Formel: 0.9 bis 1.3.

2. Gerbebachschale zu Merligen.

Gefälle 0.112 bis 0.237. $R = 0.059$,

$v = 2.6$ bis 3.1.

Formel: 0.7 bis 0.8.

3. Gontenbachschale zu Gonten.

Gefälle 0.042 bis 0.046. $R = 0.098$ bis 0.112,

$v = 2.9$ bis 3.3.

Formel: 0.7 bis 0.8.

4. Alpbachschale zu Meiringen.

Gefälle 0.023 bis 0.032. $R = 0.209$ bis 0.229,

$v = 2.4$ bis 2.6.

Formel: 0.9 bis 1.0.

Gleiche Resultate erhält man auch von den Messungen des Herrn Bazin an dem rechtwinkelig ausgemauerten Ablaufcanal des *Reservoir de Grosbois*.

5. Serie Nr. 32.

Gefälle 0.101. $R = 0.100$ bis 0.202 ,

$v = 3.7$ bis 6.4 .

Formel: 0.9 bis 1.3.

6. Serie Nr. 33.

Gefälle 0.037. $R = 0.129$ bis 0.260 ,

$v = 2.8$ bis 4.6 .

Formel: 0.8 bis 1.1.

Aus einer umfassenden Untersuchung mehrerer hundert Messungsergebnisse ergab sich, dass der Coefficient k der abgekürzten amerikanischen Formel, welcher nach der Formel höchstens zwischen 5.0 und 5.7 variirt, statt dessen nach den Messungen zwischen 5.0 und 33.0 variiren sollte. Er nimmt mit der Zunahme des Gefälles zu.

Diese Resultate zeigen, dass die Formel von Humphreys und Abbot bei Gewässern mit starken Gefällen unbrauchbar ist, was sich auch aus einer umfassenden Untersuchung einer großen Menge schweizerischer und anderer Messungen, namentlich derjenigen des Herrn Bazin bis zur Evidenz herausstellte.

Die amerikanische Formel qualificirt sich demnach als eine Spezialformel für Gewässer mit kleinen Gefällen, und es ist ein Irrthum, wenn man ihr eine allgemeine Anwendbarkeit zuschreiben will. Gleichwohl ist sie das Ergebnis einer äußerst wichtigen und wertvollen Untersuchung und behält ihre Bedeutung jederzeit.

12. Vergleichung der amerikanischen Formel mit derjenigen des Herrn Bazin. Variation der Coefficienten.

Um diese Formel mit derjenigen des Herrn Bazin zu vergleichen, gehen wir von der einfachen Form

$$v = c \sqrt{RJ}$$

aus, und fassen dabei den Geschwindigkeits-Coefficienten c in's Auge.

Nach der Formel des Herrn Bazin:

$$v = \sqrt{\frac{RJ}{\alpha + \frac{\beta}{R}}} \text{ ist } c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}};$$

nach der vereinfachten Formel von Humphreys und Abbot:

$$v = k \sqrt{R} \sqrt[3]{J} \text{ ist } c = \frac{k}{\sqrt[3]{J}}.$$

Nach der Ersten variirt also c nach dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges und nach dem Werte R ; in der Letztern dagegen variirt c nach der vierten Wurzel des Gefälles und sehr wenig nach dem Werte R , da der Coefficient β , wie bereits bemerkt, nach dem Werte R nur zwischen 0.85 und 0.97 variirt.

13. Bemerkungen über beide Formeln.

Die Messungen des Herrn Bazin sind mit solcher Umsicht und Genauigkeit ausgeführt worden, dass man in die allgemeine Richtigkeit der Resultate keinen Zweifel zu setzen berechtigt wäre. Ebenso muß man auch die Resultate der amerikanischen Messungen als richtig annehmen,

da im Hinblick auf die großen Schwierigkeiten, auf das rationelle Verfahren und die sehr zahlreiche Wiederholung der Messungen kaum je genauere Resultate am Mississippi erhoben werden können. Herr Oberbau-Director G. Hagen in Berlin bemerkt in der Bauzeitschrift von Erbkamm, 1868, I. Heft, S. 63, dass die Strommessungen von Humphreys und Abbot zu den besten hydrometrischen Messungen gehören, die wir besitzen, und von um so größerem Werte seien, als sie einen sehr großen Strom betreffen. (Nur ist zu bemerken, dass bei einem so großen Strome die mittleren Geschwindigkeiten nicht mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{100}$ einer Linie, sondern höchstens von 10 Linien erhoben werden können.) Aber gerade deshalb ist die Divergenz der aus diesen zuverlässigen Resultaten abgeleiteten Formeln auffallend. Es ist indeß zu bemerken, dass sie gleichsam aus extremen Verhältnissen entspringen, nämlich diejenige des Herrn Bazin aus Untersuchungen an kleinen Canälen, wo sich die Einflüsse der verschiedenen Grade der Rauheit des benetzten Umfanges sehr fühlbar machen konnten und diejenige von Humphreys und Abbot aus den Messungsergebnissen von einem sehr großen Strome, wo diese Einflüsse nicht bemerkt werden konnten, wo aber desto mehr der Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation der Coefficienten der gewöhnlichen Formeln sich geltend machte, weshalb auch die Autoren Humphreys und Abbot diesem Gegenstande und der genauen Gefällbestimmung eine sehr einlässliche Discussion widmen.

Die beiden Formeln haben nicht gleiche Berechtigung auf allgemeine Anwendbarkeit und Giltigkeit; diejenige des Herrn Bazin wird zwar am Mississippi ebenso wenig Anwendung finden können, als diejenige von Humphreys und Abbot an Canälen und Gewässern mit starken Gefällen; allein die erstere enthält die Grundlage einer allgemein anwendbaren Formel, in welche nur noch der Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation der Coefficienten eingeführt zu werden braucht, während der Letztern diese Eigenschaft abgeht.

In der Formel des Herrn Bazin vermissen wir aber eine Relation zwischen den Coefficienten α und β , in Verbindung mit dem Werte R , welche durch alle Rauheitsgrade hindurch dieselbe ist, und welche es möglich gemacht hätte, für dieselben nur einen variablen Coefficienten aufzustellen. Eine solche Relation kann jedoch in dieser Formel hergestellt werden.

14. Gesamt-Resultate.

Wir fassen die aus den Resultaten der neuesten Untersuchungen an Canälen und Flüssen mit gleichförmiger Bewegung des Wassers sich ergebenden Thatsachen schließlich in folgende Sätze zusammen:

Der Coefficient c der Formel

$$v = c \sqrt{RJ}$$

für die Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit in einem Wasserquerprofile variirt

1. mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges, — eine Abnahme mit der Zunahme der Rauheit;

2. mit dem Werte R , — eine Zunahme mit der Zunahme des Wertes R ;

3. mit dem Gefälle, — eine Abnahme mit der Zunahme des Gefälles, wenn die Gewässer groß sind (Mississippi etc.) und eine Zunahme mit der Zunahme des Gefälles, wenn die Gewässer klein sind (Resultate von Herrn Bazin, auf welche auch eine Formel von Herrn Ph. Gauckler, *Ingenieur des ponts et chaussées à Colmar* sich stützt, für Fälle, in welchen die Gefälle kleiner sind als 0.0007, obwohl obige Erscheinung bei weit stärkeren Gefällen, nämlich zwischen 0.0015 und 0.0085 wahrgenommen wurde).*)

Da die Formel des Herrn Bazin die erste und zweite dieser Variationen, diejenige von Humphreys und Abbot aber nur eine der zwei, sub 3 angeführten Variationen nach dem Gefälle, und eine beinahe unmerkliche Variation nach der Variation des Wertes R enthält, da also beide Formeln die aus den Resultaten der Untersuchungen sich ergebenden Variationen des Coefficienten nur theilweise enthalten und mithin nicht allgemein anwendbar sind, und da eine allgemeine Formel erhältlich ist, sobald sie allen wahrgenommenen Einflüssen auf die Bewegung des Wassers richtige Rechnung trägt, so haben wir, gestützt auf die oben constatirten Thatsachen die Aufgabe gestellt:

15. Aufgabe zur Aufstellung einer allgemein anwendbaren Formel.

a) eine Formel zu construiren, welche für die Messungsergebnisse des Herrn Bazin, wie für diejenigen von Humphreys und Abbot, passe, und

b) in diese Formel einen einzigen variablen Coefficienten für die Bezeichnung des Grades der Rauheit des benetzten Umfanges einzuführen, respective für die, diesen Grad bezeichnenden Werte eine gegenseitige Relation in Verbindung mit dem Werte R , und dadurch die Allgemeinheit des Einflusses des Grades der Rauheit des benetzten Umfanges auf die mittlere Geschwindigkeit des fließenden Wassers in Canälen und Flüssen mit gleichförmiger Bewegung auszudrücken.

Eine Formel, in welcher der Geschwindigkeits-Coefficient nicht mehr constant, sondern einer mehrfachen verschiedenartigen Variation unterworfen ist, kann nicht so einfach sein, wie die bisherige; doch soll sie aber die möglichste Einfachheit beibehalten. Bernard bemerkt in dieser Beziehung Seite 57 seines Werkes *Nouveaux principes d'hydrauliques*: „Si dans l'état physique des choses, les rivières n'offrent rien d'uniforme, les formules qu'on emploie pour représenter leur cours doivent nécessairement, pour être fidèles, renfermer toutes les irrégularités qu'on observe. On juge aisément que cette théorie ne peut être rigoureuse sans être extraordinairement compliquée, et qu'elle perdra de justesse et d'exactitude à proportion qu'elle sera plus simplifiée.“

II. Aufstellung der allgemeinen Formel für die gleichförmige Bewegung des Wassers in Canälen und Flüssen.

16. Grundlage der allgemeinen Formel.

Da die Formel des Herrn Bazin die Eigenschaften einer allgemeinen Formel besitzt, so haben wir sie unserer

*) Die Variation nach dem Gefälle wird später einlässlich behandelt werden.

Formel zu Grunde gelegt, und haben in dieselbe die Einflüsse des Gefälles, sowie eine Relation zwischen den, nach dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variirenden Coefficienten einzuführen gesucht.

17. Drei verschiedene Hyperbelgleichungen, bezüglich der Darstellung des Coefficienten c in der Formel $v = c\sqrt{RJ}$ Etwas über die Hyperbel.

Geht man von der Grundformel

$$v = c\sqrt{RJ}$$

aus und man sucht einen passenden Ausdruck zur Bestimmung des Coefficienten c *), welcher obigen Anforderungen entsprechen soll, so erhält man vorerst aus der Formel des Herrn Bazin

$$v = \sqrt{\frac{RJ}{\alpha + \beta \frac{1}{R}}}$$

für c

$$c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \beta \frac{1}{R}}}$$

oder wenn $\frac{1}{\alpha} = a$ und $\frac{\beta}{\alpha} = b$ gesetzt wird,

$$c = \sqrt{\frac{a}{1 + b \frac{1}{R}}} \quad \dots \quad (1)$$

Nun aber kann der Wert c auch durch folgende Formeln ausgedrückt werden:

$$c = \frac{a'}{1 + b' \frac{1}{\sqrt{R}}} \quad \dots \quad (2)$$

$$c = \frac{a''}{1 + b'' \frac{1}{R}} \quad \dots \quad (3)$$

Diese Veränderung hat aber nur dann eine Berechtigung, wenn man durch Formel (2) oder (3) wenigstens ebenso richtige Resultate erhält, als durch die Formel des Herrn Bazin. Einlässliche Untersuchungen haben gezeigt, dass die Formel (2) wirklich die Werte c wenigstens ebenso richtig gibt, als diejenige des Herrn Bazin, und besser als die Formel (3).

Dieses ergibt sich aus Folgendem:

Jede der drei Formeln ist die Gleichung einer gleichseitigen Hyperbel, deren Asymptoten sich daher rechtwinkelig schneiden. Diese Hyperbeln sind auf Coordinatenachsen bezogen, welche mit den Asymptoten parallel sind, und gehen durch den Ursprung der Coordinaten. Die Coordinaten sind:

Formel (1)	Abcissen R ,	Ordinaten c^2
" (2)	" \sqrt{R} ,	" c
" (3)	" R ,	" c

In der unten folgenden Figur I ist beispielweise die Hyperbel nach Formel (2) dargestellt. In derselben ist $dm = bh = a'$ die Entfernung der horizontalen Asymptote von der Abscissenachse, und $bd = hm = b'$ die Entfernung der verticalen Asymptote von der Ordinatenachse. Setzt man nämlich $\sqrt{R} = \infty$, so ist der entsprechende Wert $c = dm = a'$, und wenn $\sqrt{R} = 0$, so ist

*) $c = \frac{1}{\sqrt{A}}$ nach Herrn Bazin, welcher $\frac{RJ}{v^2} = A$ setzt.

M e t e r m a ß.

Serie Nr.	Werte des Coefficienten c nach						
	Messungen	Formel (1)		Formel (2)		Formel (3)	
	c	c	Differ.	c	Differ.	c	Differ.
6	49.8	49.8	0.0	49.8	0.0	49.8	0.0
	52.3	54.8	+ 2.5	53.8	+ 1.5	54.7	+ 2.4
	55.0	57.3	+ 2.3	56.6	+ 1.6	57.7	+ 2.7
	57.0	58.9	+ 1.9	58.2	+ 1.2	59.3	+ 2.3
	57.2	60.0	+ 2.8	59.5	+ 2.3	60.4	+ 3.2
	60.2	60.8	+ 0.6	60.3	+ 0.1	61.1	+ 0.9
	60.7	61.9	+ 1.2	61.5	+ 0.8	62.1	+ 1.4
	60.7	62.2	+ 1.5	61.7	+ 1.0	62.3	+ 1.6
	61.9	62.6	+ 0.7	62.3	+ 0.4	62.6	+ 0.7
	62.2	63.0	+ 0.8	62.8	+ 0.6	62.8	+ 0.6
	63.7	63.2	- 0.5	63.2	- 0.5	63.0	- 0.7
	63.6	63.6	0.0	63.6	0.0	63.6	0.0
			14.8		10.0		16.5
9	49.3	47.2	- 2.1	47.9	- 1.4	46.2	- 3.1
	53.7	53.7	0.0	53.7	0.0	53.7	0.0
	58.2	59.9	+ 1.7	59.5	+ 1.3	60.2	+ 2.0
	61.6	63.0	+ 1.4	62.7	+ 1.1	63.3	+ 1.7
	64.2	65.0	+ 0.8	64.9	+ 0.7	65.2	+ 1.0
	66.5	66.5	0.0	66.5	0.0	66.5	0.0
	67.2	67.8	+ 0.6	67.9	+ 0.7	67.6	+ 0.4
			6.6		5.2		8.2
32	37.5	37.5	0.0	37.5	0.0	37.5	0.0
	41.2	41.5	+ 0.3	41.4	+ 0.2	41.7	+ 0.5
	42.7	43.8	+ 1.1	43.7	+ 1.0	43.9	+ 1.2
	45.1	45.1	0.0	45.1	0.0	45.1	0.0
			1.4		1.2		1.7
33	39.9	39.9	0.0	39.9	0.0	39.9	0.0
	44.9	43.9	+ 2.0	43.8	+ 1.9	44.1	+ 2.2
	45.1	45.8	+ 0.7	45.6	+ 0.5	45.9	+ 0.8
	47.0	47.0	0.0	47.0	0.0	47.0	0.0
			2.7		2.4		3.0
17	26.9	26.9	0.0	26.9	0.0	26.9	0.0
	28.3	29.8	+ 1.5	29.4	+ 1.1	29.9	+ 1.6
	30.8	32.0	+ 1.2	31.6	+ 0.8	32.1	+ 1.3
	32.3	33.1	+ 0.8	32.8	+ 0.5	33.2	+ 0.9
	33.4	33.8	+ 0.4	33.6	+ 0.2	33.9	+ 0.5
	34.0	34.3	+ 0.3	34.2	+ 0.2	34.3	+ 0.3
	34.7	34.7	0.0	34.7	0.9	34.7	0.0
			4.2		2.8		4.6
Zusammenzug der Differenzsummen							
24	—	—	10.3	—	9.1	—	12.2
2	—	—	3.4	—	5.6	—	1.8
26	—	—	10.3	—	8.3	—	12.4
6	—	—	14.8	—	10.0	—	16.5
9	—	—	6.6	—	5.2	—	8.2
32	—	—	1.4	—	1.2	—	1.7
33	—	—	2.7	—	2.4	—	3.0
17	—	—	4.2	—	2.8	—	4.6
Summa			53.7		44.6		60.4

Nach den Summen der Differenzen zwischen den aus den Messungsergebnissen und den aus obigen drei Formeln

sich ergebenden Werten c geht hervor, dass die Formel (2) (aus welcher unsere Hauptformel entsteht), wenigstens für die acht verglichenen Reihen die besten Resultate gibt, was auch die graphischen Darstellungen (Fig. II) zeigen. Wir haben auch in unsere Coordinatenscalen mit sämtlichen aufgetragenen Messungsergebnissen die Linien, welche die Formeln geben, mit zwei verschiedenen Farben eingetragen, wobei es sich herausstellte, dass die Linien unserer Formel im Allgemeinen besser den Linien der Messungsergebnisse folgen, als diejenigen Linien, welche die Formel des Herrn Bazin* gibt, obwohl auch in einzelnen Fällen, z. B. für die Serien Nr. 2, 3, 10 und 21 die letzteren besser entsprechen, als diejenigen unserer Formel.*)

20. Relation zwischen den, die Grade der Rauheit des benetzten Umfangs bezeichnenden Coefficienten in Verbindung mit dem Werte R. Allgemeinheit der Formel.

In der Formel des Herrn Bazin

$$v = \sqrt{\frac{RJ}{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

sind, wie oben bemerkt, die Werte α und β für jede der vier Kategorien der Rauheit des benetzten Umfangs besonders bestimmt worden, ohne eine gegenseitige allgemeine Relation zwischen denselben herzustellen; es scheint indeß sachgemäß und natürlich, eine solche Relation anzunehmen, wodurch nur ein variabler Coefficient aufgestellt und der Formel eine größere Allgemeinheit gegeben wird. Diese Anforderung stellt auch Herr Gauckler in seiner Abhandlung „*Etudes théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux*“, *Annales des ponts et chaussées*, 1868, an eine Formel dieser Art, indem er Seite 232 sich dahin ausspricht, dass eine Formel mit Coefficienten, welche mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfangs und mit der mittleren hydraulischen Tiefe R zugleich variiren, nichts ganz Befriedigendes darbiete, sondern eher gleichsam den

* Wir bemerken hier, dass unsere Reihen des Wertes c nicht

immer mit den gleichbedeutenden Reihen des Wertes $\frac{1}{\sqrt{A}}$, welche in dem Werke „*Recherches hydrauliques*“, von Seite 330 bis Seite 350, enthalten sind, übereinstimmen. Bezüglich der, Seite 353, u. f. enthaltenen Tabellen ist nämlich aus den Überschriften „*Calcul des principaux éléments de chaque expérience pour la partie du courant comprise entre les profils No. . . . et No. . . .*“ ersichtlich, welche Strecke des Canales jeweils zur Bestimmung dieser Hauptelemente, mit Rücksicht auf die wahrgenommene möglichst gleichförmige Bewegung ausgewählt wurde. Nun fanden wir, dass zu diesen Hauptelementen eher die, diesen ausgewählten Canalstrecken zukommenden Gefälle gehören, als das allgemeine Gefälle des ganzen Canales, nach welchem der Wert $\frac{1}{\sqrt{A}}$ sich ergeben hatte. Wir berechneten daher nach den bezüglichen Cöten der Nivellements die, den Wasserspiegeln zwischen den betreffenden Profilen zukommenden Gefälle und nach diesen, den Werten R und den gemessenen mittleren Geschwindigkeiten v , mittelst der Formel $c = \frac{v}{\sqrt{RJ}}$ die Werte c. Hieraus ist die zuweilen vorkommende, wenn auch nicht beträchtliche Verschiedenheit zwischen unsern Werten c und den gleich bedeutenden Werten $\frac{1}{\sqrt{A}}$ des Herrn Bazin zu erklären.

Beweis enthalte, dass ihre allgemeine Form den Erscheinungen der Wirklichkeit nicht entspreche. Er glaubt, dass eine einfache algebraische Relation in der Weise existire, dass ein einziger, mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variirender, mit R verbundener Coefficient eingeführt ist, wodurch die Naturerscheinung der Bewegung des Wassers in ihrer vollen Allgemeinheit dargestellt wird.

Wir gingen Anfangs von dem Gedanken aus, den Wert a' in der Formel

$$c = \frac{a'}{1 + \frac{b'}{\sqrt{R}}}$$

für alle Grade der Rauheit des benetzten Umfanges gleich oder als constant anzunehmen und die Variation des Wertes b' durch die Function $b' = na'$, oder $b' = n^2 a'$ (n , *nature*, *nature des parois*) auszudrücken, so dass, wenn $R = \infty$, die Differenzen der Einflüsse der verschiedenen Rauheitsgrade Null geworden und die verlangte Relation hergestellt gewesen wäre. In diesem Falle hätten die, nach den Rauheitsgraden variirenden, die Reihen des Wertes c darstellenden Hyperbeln auch eine gemeinsame horizontale Asymptote bei gemeinsamen Coordinatenachsen erhalten.

Um die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, bedienen wir uns folgenden graphischen Verfahrens:

Aus der Formel

$$c = \frac{a'}{1 + \frac{b'}{\sqrt{R}}}$$

entsteht

$$c = \frac{1}{\frac{1}{a'} + \frac{b'}{a'\sqrt{R}}}$$

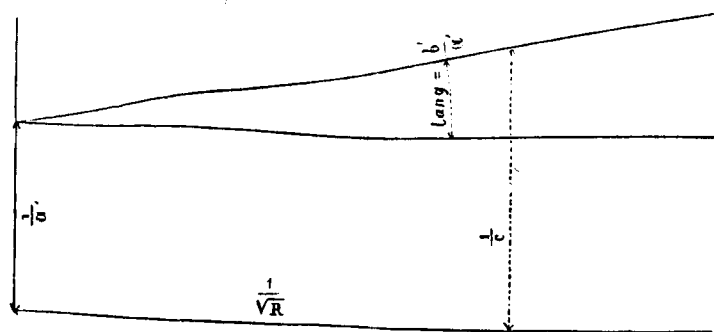
und

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{a'} + \frac{b'}{a'} \times \frac{1}{\sqrt{R}}.$$

Dieses ist die Gleichung einer geraden Linie, deren Abscissen $= \frac{1}{\sqrt{R}}$ und deren Ordinaten $= \frac{1}{c}$ sind; folglich ist die Entfernung des Durchschnittspunktes derselben mit der Ordinatenachse bis zur Abscissenachse $= \frac{1}{a'}$ und die Tangente des Winkels, welchen sie mit der Abscissenachse bildet $= \frac{b'}{a'}$ (siehe Fig. III).

Wir trugen in einer daherigen Coordinaten-Scala die Messungsergebnisse des Herrn Bazin auf und zogen durch

Fig. III.



die erhaltenen Punkte (deren Abscissen $= \frac{1}{\sqrt{R}}$ und deren Ordinaten $= \frac{1}{c}$) möglichst genau vermittelnde gerade Linien.

Ebenso verfahren wir mit einer Anzahl Beobachtungsergebnisse in Serien von der Seine, Saône, Weser, Rheinarme in Holland, Linthcanal u. s. w. War obige Annahme richtig, so mußten die durch die erhaltenen Punkte gezogenen vermittelnden geraden Linien serienweise die Ordinatenachse in einem und demselben Punkte $= \frac{1}{a'}$ schneiden; allein dieses war nicht der Fall, sondern die geraden Linien schnitten die Ordinatenachse in sehr verschiedenen Punkten, besonders entfernten sich die Durchschnittspunkte, welche den Flüssen angehören, sehr erheblich von denjenigen der künstlichen Canäle, besonders derjenigen mit geringer Rauheit des benetzten Umfanges.

Wir fanden also, dass der Wert a' nicht ein constanten Wert sein könne, sondern dass er mit dem Werte b' variiren müsse, weshalb wir diese Werte in der Folge mit z und x bezeichnen.

Um zwischen den Werten z und x eine gegenseitige Relation herzustellen, könnte man setzen:

$$z = \frac{a}{\sqrt{n}} \text{ und } x = nz = a\sqrt{n},$$

oder

$$z = \frac{a}{n} \text{ und } x = n^2 z = an,$$

in welchen Ausdrücken a ein constanten, n aber ein mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variirender Coefficient wäre. Nach vielen Versuchen wurden wir jedoch endlich darauf geführt, folgende Relation festzustellen, welche den Anforderungen am besten entspricht:

$$z = a + \frac{l}{n} \text{ und } x = an = nz - l$$

Wir erhalten daher, ohne den Einfluß des Gefälles zu berücksichtigen, die Formel

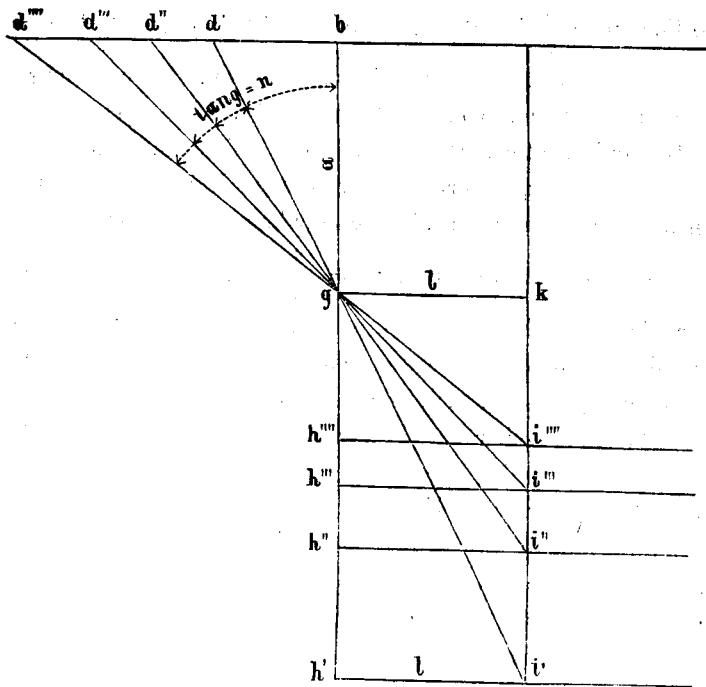
$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}} = \frac{a + \frac{l}{n}}{1 + \frac{an}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (4)$$

in welcher die Werte a und l constante Werte sind, der Wert n hingegen einzig, und zwar mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges, variirt. Wir werden später diesen Ausdruck und die Einführung des Wertes l in die Formel näher begründen.

Durch die hier folgende Fig. IV. (siehe nächste Seite) wollen wir die Composition der Formel anschaulich zu machen suchen.

Bezeichnet bg (auf der Ordinatenachse bh') den constanten Wert a und $h'i' = gk$ auf der Abscissenachse den constanten Wert l , zieht man ferner durch den Punkt g gerade Linien, welche mit der Ordinatenachse Winkel bilden, deren Tangenten $= n', n'', n''', n''''$, verlängert diese Geraden bis an die Senkrechte $i'k$ und bis an die Horizontale bd'''' und zieht durch die Punkte i', i'', i''', i''''

Fig. IV.



horizontale Linien, welche die Ordinatenachse $b h'$ in den Punkten h' , h'' , h''' , h'''' schneiden, so sind hier beispielsweise für vier Grade der Rauheit des benetzten Umfanges:

$$\begin{aligned}\text{tang } (g i' k) &= \text{tang } (b g d') = n', \\ \text{tang } (g i'' k) &= \text{tang } (b g d'') = n'', \\ \text{tang } (g i''' k) &= \text{tang } (b g d''') = n''', \\ \text{tang } (g i'''' k) &= \text{tang } (b g d'''') = n''''.\end{aligned}$$

ferner

$$\begin{aligned}g h' &= \frac{l}{n'} \\ g h'' &= \frac{l}{n''} \\ g h''' &= \frac{l}{n'''} \\ g h'''' &= \frac{l}{n''''}.\end{aligned}$$

daher werden die, den vier angenommenen Rauheitsgraden entsprechenden Werte z

$$\begin{aligned}z' &= a + \frac{l}{n'} = b g + g h' = b h' \\ z'' &= a + \frac{l}{n''} = b g + g h'' = b h'' \\ z''' &= a + \frac{l}{n'''} = b g + g h''' = b h''' \\ z'''' &= a + \frac{l}{n''''} = b g + g h'''' = b h''''\end{aligned}$$

und endlich die entsprechenden Werte x

$$\begin{aligned}x' &= a n' = b d' \\ x'' &= a n'' = b d'' \\ x''' &= a n''' = b d''' \\ x'''' &= a n'''' = b d''''\end{aligned}$$

Die durch die Punkte h' , h'' , h''' , h'''' gehenden horizontalen Linien sind die Abscissenachsen der die Werte c

darstellenden gleichseitigen Hyperbeln und die Punkte d' , d'' , d''' , d'''' die Durchschnittpunkte ihrer Asymptoten. Diese Hyperbeln gehen je durch den Ursprung h' , h'' , h''' , h'''' der Coordinaten und durch den gemeinsamen Punkt k .

21. Die Variationen des Gefälles und ihr Einfluß auf die Variation des Coefficienten c .

Wir haben also gefunden, dass in unserer Formel (4)

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}} = \frac{a + \frac{l}{n}}{1 + \frac{a n}{\sqrt{R}}}$$

die Werte z und x mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variiren, eine Variation, welche auch in den Formeln des Herrn Bazin, jedoch ohne Relation zwischen den bezüglichen Coefficienten, enthalten ist. In obiger Formel fehlt nun aber noch der Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten c .

Aus den Messungsergebnissen vom Mississippi, seiner Nebenflüsse etc. ergibt sich, dass der Wert c mit der Abnahme des Gefälles zunimmt. Die Messungsergebnisse vom Mississippi sind folgende, welchen die direct abgeleiteten Werte

$$c = \frac{v}{\sqrt{R J}}$$

beigefügt sind:

Tabelle a

M e t e r m a ß.

Nr.	R	J	v	c
1	9.497	0.00002227	1.074	73.0
2	15.886	0.00003029	1.694	77.2
3	17.484	0.00004811	1.926	66.4
4	19.538	0.00006379	2.118	60.0
5	19.666	0.00004365	2.080	71.0
6	20.081	0.00006800	2.121	57.4
7	21.953	0.00002051	1.807	85.1
8	22.085	0.00001713	1.794	92.2
9	22.413	0.00000342	1.229	140.4
10	22.673	0.00000384	1.212	129.9

Wir haben die Werte J als Abscissen und die Werte c als Ordinaten aufgetragen, so weit sie annähernd gleichen Werten R angehören (Nr. 4 bis 10) und gefunden, dass die Reihe der Werte c eine aufwärts gebogene Curve bildet, deren Form derjenigen einer gleichseitigen Hyperbel sehr ähnlich ist.

Andererseits ergibt sich aus den Messungsergebnissen des Herrn Bazin, namentlich aus denjenigen der vergleichbaren Serien Nr. 6 bis Nr. 11 (rechtwinkelige Canäle mit Bretterverkleidung von gleicher Sohlenbreite aber mit sehr verschiedenen Gefällen), so wie auch aus den vergleichbaren Serien Nr. 32 und 33, Nr. 3 und 39, Nr. 21 und 22 etc. ein Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation des Wertes c , welcher mit dem am Mississippi wahrgenommenen einen Gegensatz bildet, nämlich statt der Abnahme eine Zunahme des Wertes c mit der Zunahme des Gefälles, wie dieses beispielweise aus den Resultaten folgender zwei

Serien hervorgeht, in welchen ebenfalls die direct abgeleiteten Werte

$$c = \frac{v}{\sqrt{RJ}}$$

beigesetzt sind:

Metermaß.

Serie Nr. 6				Serie Nr. 8			
<i>R</i>	<i>J</i>	<i>v</i>	<i>c</i>	<i>R</i>	<i>J</i>	<i>v</i>	<i>c</i>
0.078	0.002214	0.635	49.8	0.045	0.008163	1.074	56.2
0.111	"	0.819	52.3	0.070	"	1.348	56.3
0.138	"	0.962	55.0	0.088	"	1.594	59.4
0.161	"	1.076	57.0	0.104	"	1.776	60.9
0.183	"	1.152	57.2	0.120	"	1.902	60.8
0.193	"	1.259	60.2	0.131	"	2.053	62.7
0.215	"	1.324	60.7	0.142	"	2.186	64.2
0.231	"	1.374	60.7	0.154	"	2.268	63.9
0.244	"	1.440	61.9	0.165	"	2.357	64.2
0.258	"	1.487	62.2	0.174	"	2.447	64.8
0.268	"	1.552	63.7	0.184	"	2.518	64.9
0.281	"	1.587	63.6	0.192	"	2.612	66.0

Trägt man die Werte *c* der 6 vergleichbaren Serien Nr. 6 bis 11 bezüglich je 6 gleicher Werte *R* auf eine Coordinatenscala auf, deren Abscissen die Gefälle und deren Ordinaten die Werte *c* sind, so erhält man abwärts gebogene Curven, wodurch sich der Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten *c* auch dem Auge sichtbar darstellt.

Diesen Einfluß hat Herr Bazin zwar nachgewiesen, allein nicht so erheblich gefunden, um sich veranlasst zu sehen, demselben in seiner Formel Rechnung zu tragen. Er spricht sich hierüber Seite 91 der „Recherches hydrauliques“ aus, wie folgt:

„La supériorité pratique de la formule $\alpha + \frac{\beta}{R}$ (gegenüber der Form $\alpha + \frac{\beta}{v}$) résulte de ce que ces deux coefficients varient en sens inverse lorsque l'on modifie la pente *J* du canal; en effet, quand *J* augmente, α augmente aussi et β au contraire diminue. Il s'établit ainsi une sorte de compensation, par suite de la quelle les formules obtenues pour plusieurs pentes, bien que différentes au premier abord, donnent néanmoins dans les limites ordinaires des applications des valeurs de *A* (*A* bezeichnet den Wert $\frac{RJ}{v^2}$ und $\frac{1}{\sqrt{A}}$ ist unser Coefficient *c*) presque identiques et par suite peuvent sans inconvénient être remplacées par une formule unique à coefficients moyens.“

Es scheint uns, wenn bei Canälen von genau gleicher Beschaffenheit und gleichen Dimensionen, aber mit ungleichen Gefällen der Wert *c* mit der Zunahme des Gefälles zunimmt, dass die Formel diese Variation wiedergeben sollte, sofern diese überhaupt als eine herrschende erkannt wird. Da diese Variation constatirt ist, wie die Vergleichung der Resultate der Serien Nr. 6 bis Nr. 11 und anderer

zeigt, so glaubten wir derselben bei der Aufstellung einer allgemeinen Formel Rechnung tragen zu sollen.

22. Art des Einflusses der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten *c*.

Die Art des Einflusses der Variation des Gefälles auf die Variation des Wertes *c* enthält nun allerdings, bezüglich der Resultate vom Mississippi und derjenigen der Messungen des Herrn Bazin, einen scheinbaren Widerspruch, den wir aus den Naturgesetzen ebenso wenig zu erklären vermögen, als den, noch weit auffallenderen Gegensatz dieser Art, welchen die Serien Nr. 28 und 29 enthalten, in welchem zuerst eine Zunahme des Wertes *c* mit der Zunahme des Gefälles, nachdem aber der Canal mit Packleinwand ausgeschlagen und die Messungen wiederholt worden waren (Serien Nr. 30 und 31) das Gegentheil sich ergab.

Nach dem oben Gesagten und gestützt auf die neuesten Messungsergebnisse ist anzunehmen, dass bei Flüssen und Strömen eine Zunahme des Wertes *c* mit der Abnahme des Gefälles und bei kleinen Canälen eine Zunahme des Gefälles stattfindet. Wo die Grenze oder der Uebergang von einem Systeme zum andern aufzusuchen sei, wird sich unten finden.

23. Aufstellung der Formel bezüglich ihrer allgemeinen Form.

Um der Bedingung zu entsprechen, dass der Coefficient *c* bei großen Gewässern mit der Zunahme des Gefälles abnehmen soll, müssen wir zu einer Formel gelangen, welche, wenn die Werte *J* (Gefälle) als Abscissen angenommen werden, die Gleichung einer aufwärts gebogenen Hyperbel gibt. Wir haben oben bemerkt, dass die, in dieser Beziehung vergleichbaren Resultate vom Mississippi (Nr. 4 bis 10) einer solchen Curve entsprechen. Da in unserer Formel (4)

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}}$$

für den Fall, wenn $R = \infty$ entsteht: $c = z$, so muß die Variation des Coefficienten *z* auch dem Gesetze einer Hyperbel folgen und wir sind daher berechtigt, für *z* einen Ausdruck von der Form $z = A + \frac{m}{J}$ anzunehmen.

Wir haben früher gesetzt

$$z = a + \frac{l}{n},$$

in welchem Ausdrucke der Einfluß der Variation des Gefälles nicht berücksichtigt ist. Setzt man den Wert $a + \frac{l}{n}$ an die Stelle des constanten Wertes *A*, so erhält man den Ausdruck

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

und durch Einführung dieses Wertes in den Ausdruck

$$x = nz - l,$$

ferner

$$x = \left(a + \frac{m}{J}\right)n.$$

Aus diesen beiden Ausdrücken entsteht die Gleichung:

$$c = \frac{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}}{1 + \left(a + \frac{m}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \dots \dots \dots (5)$$

Bezüglich des Einflusses der Variation des Gefälles auf die Variation von c bei kleinen Gewässern, welcher dem hier behandelten entgegen gesetzt ist, wird bei der Besprechung des Ueberganges von einem dieser Einflüsse zum andern und bei der Bestimmung der in dem Ausdrucke

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

enthaltenen, constanten Werte a , l und m das Nöthige angeführt werden, sobald wir noch den Zusammenhang der Resultate vom Mississippi mit denjenigen anderer Flüsse, bezüglich des Einflusses der Variation des Gefälles behandelt haben werden.

24. Zusammenhang der Resultate vom Mississippi mit denjenigen anderer Flüsse, in Bezug auf den Einfluß der Variation des Gefälles.

Wenn die Messungsergebnisse vom Mississippi bezüglich des Einflusses der Variation des Gefälles mit denjenigen europäischer oder überhaupt kleinerer Gewässer in Uebereinstimmung gebracht werden sollen, so müssen von den letzteren möglichst viele Messungsergebnisse mit solchen Gefällen, wie sie beim Mississippi vorkommen, aufgesucht werden. Es finden sich derartige Resultate in den Serien von der Seine à Poissy etc., von der Saône à Raconnay, vom Haineßfluß und vom Canal du Jard, bei welchen Gewässern auch ein annähernd gleicher Grad der Rauheit des benetzten Umfanges vorausgesetzt werden kann. Beinahe alle übrigen, uns bekannten Resultate betreffen Gewässer mit stärkeren Gefällen.

Da in unserer Formel (4)

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}} = \frac{1}{\frac{1}{z} + \frac{x}{z\sqrt{R}}}$$

und somit

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{z} + \frac{x}{z} \times \frac{1}{\sqrt{R}},$$

so sehen wir, dass wenn die Reciproken der Werte \sqrt{R} als Abscissen und die Reciproken der Werte c als Ordinaten aufgetragen werden, die erhaltenen Punkte in einer geraden Linie liegen sollen.

Wir trugen demgemäß die Resultate vom Mississippi und von den genannten übrigen Gewässern auf, und verbanden diejenigen Punkte, welche annähernd gleichen Gefällen angehören, durch gerade Linien. S. Fig. V.

Fünf Punkte vom Mississippi konnten auf diese Weise mit Punkten der übrigen Gewässer verbunden werden und es ergab sich, dass die Richtungen der daherigen fünf geraden Linien unverkennbar darauf hinwiesen, dass sie sich, hinlänglich verlängert, in einer gewissen Entfernung von der Ordinatenachse schneiden würden. Wir verlängerten daher diese geraden Linien und fanden einen möglichst genau übereinstimmenden Durchschnittspunkt, dessen Abscisse

$\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m$ und dessen Ordinate $\frac{1}{c} = 0.027^m$ war.

Diese 5 Verbindungslinien betreffen diejenigen Resultate vom Mississippi, bei welchen die stärksten Gefälle vorkommen, nebst den correspondirenden Resultaten von den oben angeführten Gewässern, nämlich:

Nr.	J	J
Mississippi 6 : 0.00006800	Seine à Poissy etc.	0.00006000
"	" " "	0.00007500
" 4 : 0.00006379	" " "	0.00006200
"	" " "	0.00006700
" 3 : 0.00004811	" " "	0.00005400
"	Canal du Jard	0.00004580
" 5 : 0.00004365	Seine à Poissy etc.	0.00005700
"	Saône à Raconnay	0.00004000
" 2 : 0.00003029	Haineßfluß	0.00003030.

Die übrigen fünf Resultate vom Mississippi enthalten folgende Gefälle:

Mississippi Nr. 1.	J = 0.00002227
" " 7.	" 0.00002051
" " 8.	" 0.00001713
" " 10.	" 0.00000384
" " 9.	" 0.00000342

Für die bezüglichlichen fünf Resultate fanden wir keine vergleichbaren Resultate von anderen Gewässern und verbanden daher die fünf Punkte mit dem gefundenen Durchschnittspunkte, dessen Abscisse $\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m$, und zwar consequent und in Uebereinstimmung mit den ersten fünf geraden Linien. S. Fig. V.

25. Bei vergleichbaren Messungsergebnissen mit ungleichen Gefällen schneiden sich die geraden Linien, deren

Abscissen $= \frac{1}{\sqrt{R}}$ und deren Ordinaten $= \frac{1}{c}$.

Folgerungen.

Der Umstand, dass sich die zehn geraden Linien, von denen hier die Rede war, schneiden, führt zu folgenden Betrachtungen und Schlüssen:

Wenn die Variation des Gefälles eine Variation der Werte c verursacht, so müssen die geraden Linien aus den Punkten vergleichbarer Serien, mit ungleichen Gefällen, deren Ordinaten die Werte $= \frac{1}{c}$ sind, sich schneiden.

Die gerade Linie, welche dem stärksten Gefälle angehört, hat die höchste Lage und gibt daher die größten Werte $\frac{1}{c}$, oder die kleinsten Werte c und andererseits hat die Linie, welche dem schwächsten Gefälle angehört, die tiefste Lage und gibt daher die kleinsten Werte $\frac{1}{c}$, oder die größten Werte c . Das Ergebnis dieser Untersuchung bestätigt daher den Satz, dass bei großen Gewässern der Wert c überhaupt mit der Zunahme des Gefälles abnimmt, wie dieses beim Mississippi wahrgenommen wurde. Dieses Ergebnis bestätigt aber auch den zweiten Satz, dass bei kleinen Gewässern der Wert c überhaupt mit der Zunahme des Gefälles zunimmt, was aus den meisten Messungsergebnissen

taten des Herrn Bazin hervorgeht. Denn wenn obige zehn gerade Linien noch über ihren Durchschnittspunkt

$$\left(\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m\right)$$

hinaus verlängert werden, so nehmen offenbar diese Linien eine mit der früheren entgegengesetzte Lage an und es gehören den höher liegenden Linien der schwachen Gefälle die größern Werte $\frac{1}{c}$, oder die kleineren Werte c und den tiefer liegenden Linien der starken Gefälle die kleinern Werte $\frac{1}{c}$ oder die größern Werte c an.

Wenn wir aus den Messungsergebnissen vom Mississippi, von der Seine à Poissy, Saône etc. die Richtigkeit unserer Annahme bezüglich des Einflusses der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten c nachgewiesen haben, so bleibt gleichwohl noch zu untersuchen, ob und in wiefern sie sich auch an den Messungsergebnissen von kleinen Canälen bestätige, nämlich ob auch hier die geraden Linien, deren Abscissen die Werte $\frac{1}{\sqrt{R}}$ und deren

Ordinaten die Werte $\frac{1}{c}$, sich schneiden und ob die allfälligen Durchschnittspunkte andere Abscissen haben, als der Durchschnittspunkt, den wir oben bei großen Gewässern fanden.

Zu dieser Untersuchung dienten natürlich diejenigen Messungsergebnisse des Herrn Bazin, welche je zwei Serien von gleichem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges und von gleichen Querschnittsformen und Dimensionen angehören, bei welchen aber möglichst verschiedene Gefälle vorkommen. Die Werte $\frac{1}{\sqrt{R}}$ wurden wie beim Mississippi als Abscissen und die Werte $\frac{1}{c}$ als Ordinaten aufgetragen. Dann wurden durch die erhaltenen Punkte serienweise genau vermittelnde gerade Linien gezogen und es ergab sich, dass auch diese geraden Linien, resp. je zwei zusammen gehörender Serien, sich schneiden, und zwar in Punkten, deren Abscissen dem Werte

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m$$

nahezu gleichkommen. Folgendes sind die Resultate:

Serie Nr.	Gefälle J	Abscissen $\frac{1}{\sqrt{R}}$
6	0.0022136	1.06
8	0.0081629	
9	0.0014678	
11	0.0083805	1.12
12	0.0014678	
14	0.0088618	1.00
15	0.0014678	
17	0.0088618	0.68
32	0.1007600	
33	0.0368660	1.00

26. Bestimmung des constanten Wertes l in dem Aus-

$$\text{drucke } z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}.$$

Gestützt auf diese Resultate, so wie auf dasjenige, welches sich in dieser Beziehung für den Mississippi in Verbindung mit der Seine à Poissy, Saône etc. ergeben hat, und in Erwägung, dass eine scrupulöse Bestimmung des Uebergangspunktes zwischen den beiden entgegengesetzten Einflüssen der Variation des Gefälles nicht von erheblichem Werte sein kann, bestimmten wir dessen Abscisse

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m,$$

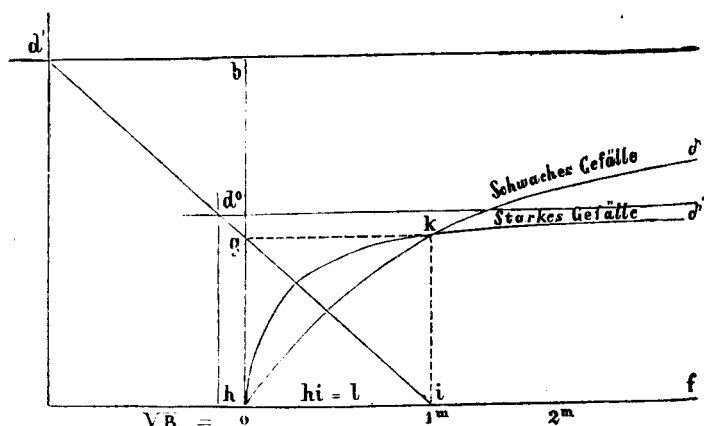
womit der constante Wert l in dem Ausdrucke

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

bestimmt ist, nämlich für das Metermaß:

$$l = 1.00^m$$

Fig. VI.



Es seien — zur Veranschaulichung — in Fig. VI hb und hf Coordinatenachsen, id' eine gerade Linie, welche einen beliebigen Grad der Rauheit des benetzten Umfanges bezeichnet und mit der Ordinatenachse einen Winkel bgd' bildet, dessen Tangente $= n$ ist; es sei ferner die Abscisse

$$hi = gk = l = 1.00^m$$

und die Ordinate

$$ik = hg = \frac{l}{n}.$$

(S. auch Fig. IV.)

In dem Ausdrucke

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

muß der Wert z offenbar mit der Abnahme des Gefälles J wachsen. Es sei daher für ein schwaches Gefälle $z = hb$ und $x = bd'$ und für ein starkes Gefälle $z = hp$ und $x = pd'$. Es sind demnach nach unserer Formel

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}}$$

die Punkte d' und d'' , die Durchschnittspunkte der mit der Coordinatenachse parallelen Asymptoten zweier gleichseitiger Hyperbeln, wovon die erstere hd' den Einfluß des schwächern und die letztere hd'' denjenigen des stärkeren

Gefälles darstellt. Man sieht auf den ersten Blick, dass wenn $\sqrt{R} > 1.00^m$, die Ordinaten der Hyperbel oder die Werte c mit der Zunahme des Gefälles abnehmen und dass, wenn $\sqrt{R} < 1.00^m$, dieselben mit der Zunahme des Gefälles zunehmen.

Hiemit ist also angenommen, dass die Variation des Coefficienten c nach der Variation des Gefälles bei Gewässern, deren Werte $R > 1.00^m$, eine Zunahme mit der Abnahme des Gefälles, und bei Gewässern, deren Werte $R < 1.00^m$ sind, eine Zunahme mit der Zunahme des Gefälles sei, woraus sich ergibt, dass diese Variation, wenn $R = 1.00^m$, Null wird und in unserer Formel überhaupt als ganz unerheblich erscheint, wenn die Werte R nicht sehr erheblich von 1.00^m abweichen.

Wir haben schon oben angedeutet, dass die entgegengesetzten Einflüsse der Variation des Gefälles auf die Variation des Wertes c zwar aus den neuesten Messungsergebnissen hervorgehen und constatirt sind, dass wir es aber den Gelehrten überlassen müssen, diese Naturerscheinung zu erklären. Wir mußten ihr in unserer Formel Rechnung tragen und haben dieses nach Mitgabe der Messungsergebnisse in möglichst einfacher Weise gethan. Nichtsdestoweniger haben wir nichts dagegen einzuwenden, wenn Andere für l einen andern, oder gar einen variablen Wert setzen wollen, glauben aber, dass für die Richtigkeit der Formel nichts dadurch gewonnen würde.

Da

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}} = \frac{1}{\frac{1}{z} + \frac{x}{z} \cdot \frac{1}{\sqrt{R}}},$$

ist, so ergeben sich aus den Punkten, in welchen die zehn, der Gleichung

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{z} + \frac{x}{z} \cdot \frac{1}{\sqrt{R}}$$

entsprechenden geraden Linien rückwärts verlängert, die Ordinatenachse schneiden, die Werte $\frac{1}{z}$ und aus diesen die Werte z für die zehn Resultate vom Mississippi in Verbindung mit den betreffenden Resultaten von der Seine à Poissy etc., von der Saône à Raconnay, vom Hainefluß und vom Canal du Jard. Die erhaltenen Werte $\frac{1}{z}$ und z sind folgende, nach der Reihenfolge der Gefälle d ihrer Reciproken zusammen gestellt:

J	$\frac{1}{J}$	$\frac{1}{z}$	z
0.00000342	292400	0.00178	561.8
0.00000384	260417	0.00257	389.1
0.00001713	58377	0.00648	154.3
0.00002051	48757	0.00762	131.2
0.00002227	44903	0.00733	136.4
0.00003029	33014	0.00824	121.4
0.00004365	22910	0.01035	96.6
0.00004811	20785	0.01136	88.0
0.00006379	15676	0.01369	73.0
0.00006800	14706	0.01465	68.3

27. Bestimmung des constanten Wertes a in dem Ausdrucke

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

Da in unserer Formel

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}}$$

für den Fall $R = \infty$, $c = z$ wird, so müssen, wenn unsere Voraussetzung richtig ist, dass die Variation des Wertes c nach der Variation des Gefälles der Curve einer gleichseitigen Hyperbel folge, auch die Werte z diesem Gesetze folgen und wir haben die Hyperbelgleichung

$$z = A + \frac{m}{J},$$

worin

$$A = a + \frac{l}{n}.$$

Wir trugen nun aber statt der Gefälle J , zur Vereinfachung die Reciproken der Gefälle $\frac{1}{J}$, als Abscissen und die Werte z als Ordinaten auf und erhielten auf diese Weise 10 Punkte vom Mississippi etc. etc., durch welche eine genau vermittelnde gerade Linie gezogen wurde, welche die Ordinatenachse schneidet. S. Fig. V. Die Entfernung des Durchschnittspunktes vom Ursprunge der Coordinaten bezeichnet den Wert A , oder den Wertz, wenn $J = \infty$, und bestimmt daher zugleich die Lage der horizontalen Asymptote der, die Variation der Werte z bezeichnenden gleichseitigen Hyperbel. Da nun aber durch obiges Verfahren der Wert

$$A = a + \frac{l}{n} = 60$$

gefunden wurde, und da wir früher gesehen haben, dass die Abscisse des Durchschnittspunktes der den 10 verschiedenen Gefällen angehörigen geraden Linien vom Mississippi

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = l = 1.00^m$$

und die Ordinate

$$\frac{1}{c} = n = 0.027$$

(S. Fig. IV) woraus

$$\frac{l}{n} = \frac{1}{0.027} = 37$$

folgt, so erhalten wir

$$a = A - \frac{l}{n} = 60 - 37 = 23.$$

28. Bestimmung des constanten Wertes m in dem Ausdrucke

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

In der Hyperbelgleichung

$$z = A + \frac{m}{J}$$

bezeichnet der Wert m die Tangente des Winkels der geraden Linie, deren Abscissen $= \frac{1}{J}$ und deren Ordinaten

$= z$ sind, mit der Abscissenachse; wenn aber für die Abscissen die Werte J genommen werden, so ist der Wert m das, die gleichseitige Hyperbel obiger Gleichung bestimmende Quadrat (Potenz der Hyperbel). Für die Bestimmung dieses Wertes wählen wir unter den zehn gegebenen Punkten vom Mississippi u. s. w. einen Punkt, durch welchen die Hyperbel zu legen war. Für diesen Punkt (Fixpunkt) bestimmten wir ungefähr die Mitte derjenigen beiden Punkte, welche den kleinsten Gefällen angehören und mithin am weitesten von der Abscissenachse entfernt sind. Diesem Punkte kommt

$$J = \frac{0.00000342 + 0.00000384}{2} = 0.00000363$$

als Abscisse zu und als Ordinate bestimmten wir, mit Rücksicht auf die Vermittlung dieses Punktes mit den übrigen acht Punkten und um uns dem Punkte mit dem kleinsten Gefälle etwas mehr zu nähern, $z = 487.0$. Da jedoch

$$z = A + \frac{m}{J}$$

und $A = 60$, so ist die Entfernung des gewählten Punktes von der horizontalen Asymptote $487.0 - 60 = 427.0$. Die Werte $J = 0.00000363$ und $z - A = 427.0$ bilden die Seiten des, der Potenz obiger gleichseitiger Hyperbel, gleichen Rechteckes, dessen Inhalt daher $m = 0.00155$.

29. Bestimmung des, mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variirenden Wertes n aus den Messungsergebnissen.

Hiemit sind nun die constanten Werte a , l und m in unserer Formel bestimmt und wir gehen nun zu der Bestimmung des den Grad der Rauheit des benetzten Umfanges bezeichnenden variablen Wertes n über, wobei wir bemerken, dass wir unter diesem Rauheitsgrade nicht allein die eigentliche Rauheit an sich, sondern auch noch die Unregelmäßigkeit und Schadhaftheit des Canal- oder Flußbettes verstehen.

Es ist namentlich bezüglich der Flußbette mit Geschieben nicht zu übersehen, dass bei niedrigem Wasserstande und wenn überhaupt das Geschiebe nicht in Bewegung ist, bei Flüssen dem Wasserabflusse weit weniger Widerstand entgegengesetzt ist, als wenn bei hohem Wasserstande das Geschiebe in Bewegung kommt. Im ersten Falle kann man das Flußbett mit einer gewöhnlichen Kieselplasterung oder mit einem rauhen Bruchstein-Mauerwerk vergleichen, und es kann der Rauheitscoefficient ein verhältnismäßig niedriger sein. Im zweiten Falle bietet jeder in Bewegung befindliche Stein dem Wasser abwechselnd größere und kleinere Stoßflächen dar und für die Fortbewegung des Geschiebes wird ein wesentlicher Theil der lebendigen Kraft absorbirt, so dass der Rauheitscoefficient ziemlich stark werden kann. Auch bei Flußkrümmungen, oder selbst bei ganz geraden Flußstrecken, in welchen aber der Thalweg zuweilen von einer Seite auf die andere übergeht und wo also die Wassertheilehen nicht nur eine vorwärtsgelende, gleichförmige sondern zugleich auch eine seitwärts gelende und ungleichförmige Bewegung

haben, wird die Reibung vermehrt und daher die Geschwindigkeit des Wassers vermindert, so dass der Rauheitscoefficient davon afficirt wird. Auf diese Weise können bei einem und demselben Gewässer sehr verschiedenartige Messungsergebnisse sich ergeben, wie wir z. B. am Rhein aus den Resultaten sehr verschiedene Rauheitscoefficienten gefunden haben, nämlich bei Gernersheim $n = 0.023$, bei Speyer 0.026 und zu Basel $n = 0.030$ *). Es wird daher von dem Scharfblicke und der Erfahrung der Fachmänner abhängen, in gegebenen Fällen, je nach den Zwecken der Aufgabe und nach den obwaltenden Umständen den Rauheitscoefficienten zu bestimmen.

Um den, mit dem Grade der Rauheit des benetzten Umfanges variirenden Wert n nach den Messungsergebnissen zu bestimmen, lässt man vorläufig den Wert $\frac{m}{J}$ bei Seite, da, wenn $J = \infty$, dieser Wert Null ist, die Formel

$$z = a + \frac{l}{n}$$

aber gleichwohl richtig bleibt. Setzt man für n successive $0.009, 0.010, 0.011$ bis 0.040 , berechnet man hieraus und mittelst des Wertes $a = 23$ die bezüglichen Werte z und ihre Reciproken $\frac{1}{z}$, trägt letztere auf der Ordinatenscala einer Coordinatenscala auf und verbindet die erhaltenen Punkte mit den, auf der Ordinate der Abscisse

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m$$

aufgetragenen Punkten n durch hinlänglich verlängerte gerade Linien, so erhält man die, einer gegebenen Reihe von Graden der Rauheit des benetzten Umfanges entsprechenden geraden Linien, deren Abscissen die Werte $\frac{1}{\sqrt{R}}$ und

deren Ordinaten die Werte $\frac{1}{c}$ sind, da

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{z} + \frac{x}{z} \frac{1}{\sqrt{R}}.$$

In dieses Liniennetz trägt man als Ordinaten die Werte $\frac{1}{c}$ aller betreffenden Messungsergebnisse von Herrn Bazin, Humphreys und Abbot u. s. w., u. s. w. verbindet die zusammengehörenden Punkte durch möglichst genau vermittelnde gerade Linien, berechnet für jede Serie, durch die Gleichung

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J},$$

oder

$$z = 23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{J},$$

den Einfluß des Gefälles und bestimmt nach der sich diefalls ergebenden Veränderung der Richtung der geraden Linie der Serien, die den Messungsergebnissen zukommenden Werte n und $\frac{1}{z}$. Die, diese Werte bestimmenden, geraden

*) Die Messungsstelle lag hier in einer Flußkrümmung von circa 900 Meter Radius.

Linien bilden mit der Abscissenachse Winkel, deren Tangenten $= n - \frac{1}{z} = \frac{x}{z}$ (da $n z - 1 = x$). Die Werte n variiren für die uns bekannten Messungsergebnisse zwischen 0.009 und 0.040.

30. Résumé. Définitive Formel.

In unserer Formel (4)

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}}$$

haben wir Seite 17 vorläufig gesetzt:

$$z = a + \frac{l}{n}$$

und $x = a n = n z - l$, so dass

$$c = \frac{a + \frac{l}{n}}{1 + \frac{a n}{\sqrt{R}}}$$

worin die beiden Werte z und x gleichzeitig mit dem einzig variablen Werte n variiren, und da auch R mit einem dieser Werte, nämlich mit x verbunden ist, so ist eine Relation zwischen den, mit der Rauheit des benetzten Umfanges variirenden Werten z und x unter sich und mit den Werten R hergestellt, welche für alle Grade der Rauheit des benetzten Umfanges dieselbe ist und die Variation des Coefficienten c nach diesen Rauheitsgraden in ihrer ganzen Allgemeinheit ausdrückt.

Mit Bezugnahme auf den Einfluß der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten c setzten wir, Seite 19:

$$z = A + \frac{m}{J},$$

worin

$$A = a + \frac{l}{n}.$$

Hieraus erhielten wir

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}$$

und

$$x = \left(a + \frac{m}{J}\right) n = n z - l,$$

und aus unserer Formel (4):

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}}$$

der Form nach die allgemeine Formel (5):

$$c = \frac{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}}{1 + \left(a + \frac{m}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

(Seite 20).

Aus der Verbindung der, bezüglich des Gefälles ungleichen Messungsergebnisse vom Mississippi mit denjenigen anderer vergleichbarer Gewässer mit beziehungsweise gleichen Gefällen, so wie aus der Zusammenstellung vergleichbarer Messungsergebnisse von kleinen Canälen mit ungleichen Gefällen — Untersuchungen, welche wir bezüglich des Einflusses

der Variation des Gefälles auf die Variation des Coefficienten c angestellt haben — ergab sich Seite 20 und 21 für den Uebergang zwischen dem Einflusse des Gefälles bei großen Gewässern, welcher eine Abnahme des Coefficienten c mit der Zunahme des Gefälles ist, und zwischen dem Einflusse des Gefälles bei kleinen Gewässern, welcher eine Zunahme des Coefficienten c mit der Zunahme des Gefälles ist, — ein Durchschnitt der geraden Linien, deren Abscissen die Werte $\frac{1}{\sqrt{R}}$, und deren Ordinaten die Werte $\frac{1}{c}$ sind. Dieser Durchschnitt findet in einem Punkte statt, dessen Abscisse $\frac{1}{\sqrt{R}} = 1.00^m$ ist, wodurch der constante Wert l bestimmt wird, nämlich

$$l = 1.00^m$$

(Seite 21).

Aus der Verbindung der Messungsergebnisse vom Mississippi mit denjenigen anderer Gewässer erhielten wir ferner für zehn verschiedene Gefälle die entsprechenden Werte

$$z = A + \frac{m}{J},$$

und bestimmten aus denselben den Wert $A = 60$.

Da aber

$$A = a + \frac{l}{n}$$

und in obiger Verbindung $n = 0.027$ (Seite 20) und $l = 1.00^m$ gefunden wurde, so erhielten wir aus

$$60 = a + \frac{1}{0.027}$$

den constanten Wert $a = 23$ (Seite 23).

Ferner erhielten wir Seite 23 aus dem Produkte der Werte $J = 0.00000363$ und $z - A = 427.0$ den Inhalt des Rechteckes, welches dem, die gleichseitige Hyperbel der Gleichung

$$z = A + \frac{m}{J}$$

bestimmenden Quadrate (Potenz der Hyperbel) gleich ist, nämlich den constanten Wert

$$m = 0.00155 \text{ (S. 23).}$$

Endlich hat sich für den, den Grad der Rauheit des benetzten Umfanges bezeichnenden variablen Wert n eine Variation zwischen 0.009 und 0.040 ergeben. (S. 24.)

Nachdem wir demnach unsere allgemeine Formel der Form nach aufgestellt, die in derselben enthaltenen Constanten bestimmt und die Variation des, den Grad der Rauheit des benetzten Umfanges bezeichnenden Wertes n ausgemittelt haben, erhalten wir, in Zusammenfassung der gegebenen Entwicklungen, folgende allgemeine Formel für die Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit des Wassers in Canälen und Flüssen mit gleichförmiger Bewegung:

$$v = c \sqrt{R J},$$

worin

$$c = \frac{z}{1 + \frac{x}{\sqrt{R}}}$$

und da gefunden wurde:

$$z = a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J},$$

und

$$x = \left(a + \frac{m}{J}\right) n = nz - l,$$

so wird schliesslich:

$$v = \left(\frac{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{J}}{1 + \left(a + \frac{m}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \right) \cdot \sqrt{RJ}. \quad (5)$$

Die Werte a , l und m sind constant, und einzig der Wert n ist (mit den Graden der Rauheit des benetzten Umfanges) variabel. Setzt man daher für die Constanten die gefundenen Zahlenwerte $a = 23$, $l = 1.00$ und $m = 0.00155$ in die Formel ein, so erhält man für das Metermaß:

$$v = \left(\frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \right) \cdot \sqrt{RJ}. \quad (6)$$

Schluss folgt.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber eine neue Control-Pumpe für Manometer, von L. Seyss in Atzgersdorf bei Wien. — Die im Gebrauche stehenden Vorrichtungen, um Manometer bezüglich der Richtigkeit ihrer Angaben zu prüfen oder neue Instrumente genau zu theilen, ließen bisher noch manche Anforderung unbefriedigt.

Namentlich wird bei höheren Pressungen bald eine Grenze erreicht, von welcher ab die weitere Verwendung der Apparate sehr umständlich oder gar unmöglich wird, da dieselben dann entweder hinsichtlich ihrer Handhabung vielfache Schwierigkeiten verursachen oder zu voluminös ausfallen. Es kann daher die Herstellung eines Controlapparates für Manometer nur willkommen erscheinen, der bei voller Zuverlässigkeit der Angaben noch die Vorzüge besitzt, dass er Pressungen bis 40 Atmosphären per Quadratzoll oder auch darüber zu erreichen gestattet, hierbei höchst einfach und bequem zu handhaben ist, und vermöge seiner Construction selten einer Reparatur bedürfen wird. Diese Vorzüge sind in der That der von Herrn L. Seyss construirten Controlpumpe eigen, welche im Nachfolgenden kurz erläutert ist.

Dem Principe nach ist dieser Apparat eine Bramah'sche Presse, und seine Hauptorgane: eine Saug- und Druckpumpe, ein Cylinder mit zwei Kolben und ein System von Gewichten.

Als Flüssigkeit zum Betrieb desselben wird Oel verwendet, welches mittelst der Gewichte bestimmten Pressungen ausgesetzt werden kann, und den Druck auf die zu erprobenden Manometer überträgt.

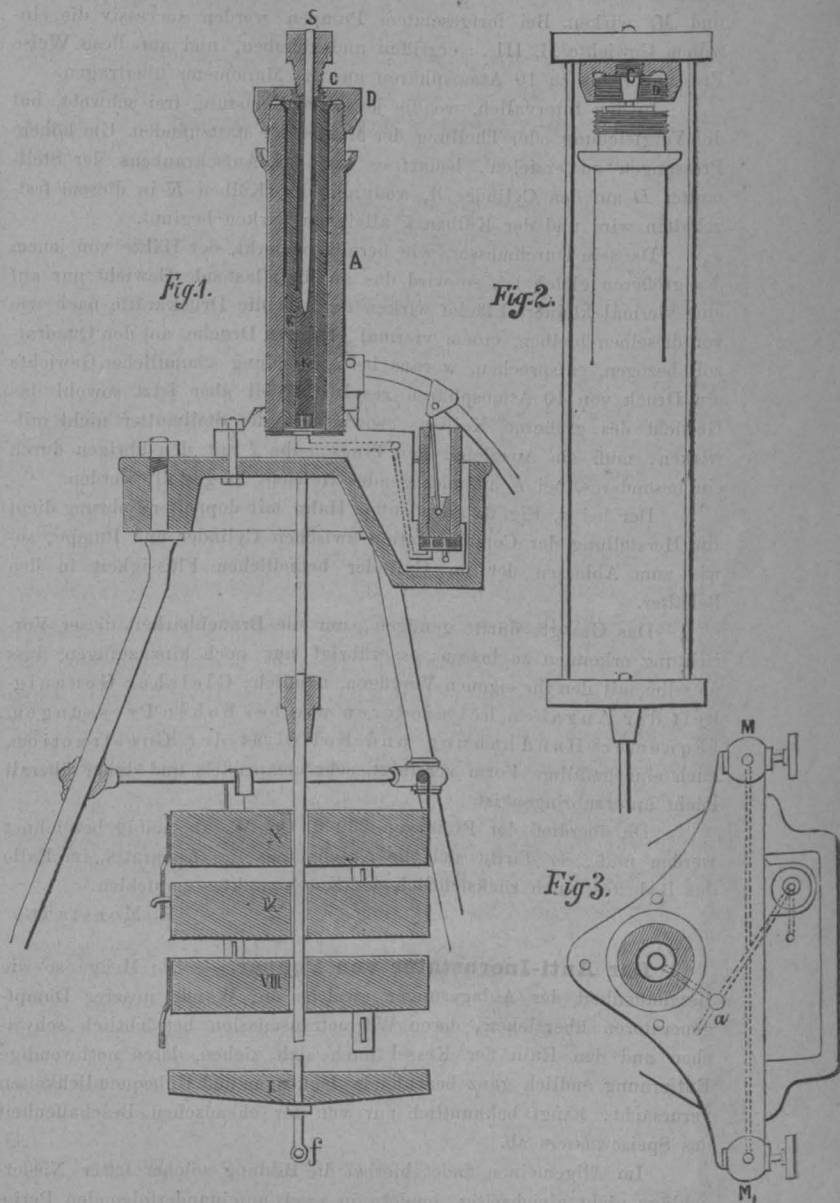
In dieser directen Belastung liegt ein wesentlicher Vorzug des Apparates, denn durch die genaue Herstellung der Gewichte und sonst richtigem Verhältnisse derselben zu den Kolbenquerschnitten wird die vollste Genauigkeit der Angaben gesichert.

Die Anwendung von Oel bietet den Vortheil, dass die ohnehin äußerst geringe Reibung der auf die Genauigkeit der Angaben Einfluß üübenden Bestandtheile auf ein Minimum beschränkt wird; andererseits trägt sie auch zur guten Instandhaltung des ganzen Mechanismus überhaupt bei.

Die Fig. 1 zeigt einen Verticalschnitt, Fig. 2 den Grundriss des Apparates in $\frac{1}{5}$ der natürlichen Größe.

A stellt einen etwa 8 Zoll (0.21 m) hohen Cylinder aus Messing dar, K einen Kolben, von genau 1 □ (6.94 □ Cm) Querschnitt, der auf 3 Zoll (0.08 m) seiner Höhe in den Cylinder fleißig eingeschliffen ist. In diesen Kolben ist ein zweiter kleinerer Kolben k gleichfalls sorgfältig eingeschliffen, dessen Durchmesser genau gleich der Hälfte von jenem des größeren ist. Er ruht mit seiner unteren Fläche auf dem durchlöcherten Boden des ersten und besitzt oben eine conische Höhlung zur Aufnahme der Spindel s, die in dieser Höhlung noch ein kleines Spiel hat.

Fig. 1, 2 und 3.



Diese Spindel trägt einen Rahmen, Fig. 2, welcher die Verbindung der beiden Kolben mit den unterhalb befindlichen Gewichten vermittelt.

Die letzteren haben die Form cylindrischer Scheiben und sind so angebracht, dass je zwei durch einen Zwischenraum von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll (0.013 m) getrennt werden.

Die oberste Scheibe hängt an dem Traggestell des Apparates und jede folgende an der vorhergehenden, so zwar, dass die Aufhängung ein Heben jeder Scheibe bis zur Berührung mit der oberen benachbarten gestattet.

Der Apparat ist mit 10 solchen Gewichten versehen, deren unterstes mittelst eines, durch die darüber befindlichen frei hindurchgehenden Stabes, unmittelbar an dem Rahmen hängt; dasselbe ist kleiner als die übrigen, und zwar um das Gewicht der beiden Kolben sammt Gestänge und der Schraubenmutter D, deren Zweck weiter unten auseinandergesetzt wird.

Jedes der Gewichte entspricht einem Atmosphärendruck, indessen können ebensowohl Gewichte von je 5 oder 10 Pfund verwendet werden, wenn die, mit Bezug auf die Eintheilung, gewünscht wird.

Die vorerwähnte Stellmutter D kann sowohl auf den Cylinder A, als an den Spindelkopf C aufgeschraubt werden, wie dieß aus den Fig. 1 und 2 zu ersehen ist.

Unter der Voraussetzung, dass letzteres stattfindet, wird, sobald man die Pumpe in Bewegung setzt, der größere Kolben sammt dem kleineren und der daran hängenden Tragscheibe I durch die eindringende Flüssigkeit gehoben, und es wird somit, da ein Druck von einer

Atmosphäre auf einem Quadratzoll der Flüssigkeit lastet, derselbe Druck auch in den mit dem Cylinder *A* communicirenden Manometern *M* und *M*₁ wirken. Bei fortgesetztem Pumpen werden successiv die einzelnen Gewichte II, III . . ergriffen und gehoben, und auf diese Weise Pressungen bis zu 10 Atmosphären auf die Manometer übertragen.

In den Intervallen, wo die jeweilige Belastung frei schwebt, hat die Vergleichung oder Theilung der Manometer stattzufinden. Um höhere Pressungen zu erzielen, bedarf es nur des Aufschraubens der Stellmutter *D* auf den Cylinder *A*, wodurch der Kolben *K* in diesem festgehalten wird und der Kolben *k* allein zu wirken beginnt.

Da sein Durchmesser, wie bereits bemerkt, der Hälfte von jenem des größeren gleich ist, so wird das auf ihm lastende Gewicht nur auf eine viermal kleinere Fläche wirken und, da die Druckkräfte nach wie vor dieselben bleiben, einem viermal größeren Drucke, auf den Quadratzoll bezogen, entsprechen, woraus bei Anwendung sämtlicher Gewichte ein Druck von 40 Atmosphären resultirt. Weil aber jetzt sowohl das Gewicht des größeren Kolbens, sowie das der Stellmutter nicht mitwirken, muß ein Ausgleich der Tragscheibe *I* mit den übrigen durch ein besonderes, bei *F* aufzuhängendes Gewicht hergestellt werden.

Der bei *a*, Fig. 3, angedeutete Hahn mit doppelter Bohrung dient zur Herstellung der Communication zwischen Cylinder und Pumpe, sowie zum Ablassen der im Cylinder befindlichen Flüssigkeit in den Behälter.

Das Gesagte dürfte genügen, um die Brauchbarkeit dieser Vorrichtung erkennen zu lassen; es erübrigt nur noch hinzuzufügen, dass dieselbe mit den ihr eigenen Vorzügen, nämlich: Gleicher Genauigkeit der Angaben bei niederen wie bei hohen Pressungen, bequemer Handhabung und Solidität der Construction, auch eine gefällige Form vereinigt, sehr compendiös und daher überall leicht unterzubringen ist.

Da überdies der Preis von 230 fl. Oe. W. als mäßig bezeichnet werden muß, so dürfte sich die Anschaffung des Apparates, im Falle des Bedarfes, auch rücksichtlich des Kostenpunktes empfehlen.

R. Morstadt.

Der Anti-Incrustator von Popper. — Die Menge so wie Beschaffenheit der Ablagerungen, welche die Wände unserer Dampfgeneratoren überziehen, deren Wärmetransmission beträchtlich schwächen und den Ruin der Kessel nach sich ziehen, deren notwendige Entfernung endlich ganz bedeutende Unkosten und Unbequemlichkeiten verursacht, hängt bekanntlich nur von der chemischen Beschaffenheit des Speisewassers ab.

Im Allgemeinen findet hierbei die Bildung solcher fetter Niederschläge nicht gleichzeitig, sondern in zwei aufeinanderfolgenden Perioden beim Betriebe der Kessel statt. In der ersten, während welcher das Speisewasser von seiner anfänglichen Temperatur auf den Siedepunkt gebracht wird, fallen die, namentlich als doppelt kohlensaure Verbindungen, in Wasser gelösten Bestandtheile heraus, in der zweiten dagegen, während dessen Verdampfung, concentriren sich die Salze im Wasserraume des Kessels und scheiden sich aus, sobald die Grenze ihrer Löslichkeit erreicht ist.

Aus der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung des Speisewassers geht nun vor Allem hervor, dass es kein chemisches Mittel geben kann, um alle Kesselsteinbildung in jedem Wasser zu verhindern; Universal-Kesselsteinpulver und dergleichen sind daher als *Humbag a priori* zu bezeichnen. Stets kann ein bestimmter Zusatz zum Speisewasser auch nur die Bildung einer ganz bestimmten Kesselsteinart dadurch verhindern, dass die Flurausfüllung eines Theiles der festen Bestandtheile vor der Speisung erfolgt.

Eine chemische Analyse des Wassers kann allein über die Wahl solcher Mittel richtigen Aufschluss geben, ihre Anwendung bietet zudem in der Praxis mitunter Schwierigkeiten dar.

Ein zweites Mittel, das Speisewasser von der Mehrzahl seiner festen Stoffe zu befreien, besteht darin, auf mechanischem Wege die durch vorläufige Erhitzung abgeschiedenen Niederschläge dem Wasser abzunehmen, ehe es mit der eigentlichen Heizfläche des Kessels in Berührung kömmt, und hieher gehören die ganz wirksamen Vorwärmer, Tellerapparate, der Apparat von Schau und viele andere, die meist darauf beruhen, ein Absetzen des Niederschlages durch ruhiges Fließen des heißen Wassers auf sehr langem Wege zu erzielen. Das tägliche

Ablassen eines kleinen Theiles vom Kesselinhalte, der durch neues Wasser ergänzt wird, hindert dann wirksam auch die allzugroße Concentration der Salze und deren Abscheidung in fester Form im Laufe der Verdampfung.

Das dritte Verfahren endlich, das vielfach befolgt wird, führt dahin, die Bildung des Kesselsteines im Kessel selbst nicht zu verhindern, wohl aber seine Beschaffenheit so wie den Ort seiner Ablagerung zu ändern, das heißt die gefährliche Krustenbildung am Kessel zu beseitigen. Anstriche der inneren Kesselwand, mechanische Steinmengen zum Kesselwasser, die ein Scheuern der Metallwände zur Folge haben sollen, und deren Zahl Legion ist, dann jene geheimnisvoll (?) wirkenden Patentmittel, von denen der Baker'sche Anti-Incrustator durch geschickte Reclame bis heute sich ein zweifelhaftes Renommé trotz seiner erst jüngst nachgewiesenen Unfähigkeit erhalten hat, endlich die seit circa 3 Jahren bekannten Kesselreinigungen von Schmitz, die auf der letzten Pariser Ausstellung mit Recht alle Anerkennung fanden, sowie endlich der Apparat von Popper, dem wir hier eine kurze Besprechung widmen wollen, gehören hiezu, und solchen Vorrichtungen, wenn sie überhaupt sich wirksam erweisen, ist allein eine allgemeine Brauchbarkeit des Speisewassers nachzuräumen.

Schon Schmitz sucht mittelst seiner Kesselreinigungen durch eine günstige Circulation des Wassers im Generator dessen Verdampfungsfähigkeit zu erhöhen, und andererseits den entstandenen pulverförmigen Niederschlag nach einer Stelle zu führen, in der das zur Ruhe gelangte Wasser denselben abzulagern im Stande ist.

In weitaus vollkommenerer Weise aber erreicht dieß Ziel der Popper'sche Anti-Incrustator, wie dieß ein Versuch in eclatantester Weise zeigte, der im Laufe der vergangenen Woche an einem Betriebskessel der Maschinenfabrik von G. Sigl in Wien angestellt und zum Abschlusse gebracht wurde.

Im Wesentlichen besteht die Popper'sche Einlage in langen Streifen circa 12 Zoll breiten Schwarzbleches, die durch das Mannloch in den Kessel leicht eingebracht und dort zu einem halben Cylinder vereinigt werden, der sich jedoch nicht concentrisch an die Wandungen des cylindrischen Kessels anschmiegt, sondern einen Zwischenraum lässt, der verschieden weit, aber stets enger als bei Schmitz ist. Derselbe betrug bei dem Versuchskessel von 4 Fuß 6 Zoll (1.42^m) Durchmesser 2 Zoll 6 Linien (66^{mm}) am Boden bei *m* als Maximum, und 1 Zoll 3 Linien (33) an den obersten Kanten des Bleches bei *n* im Minimum.

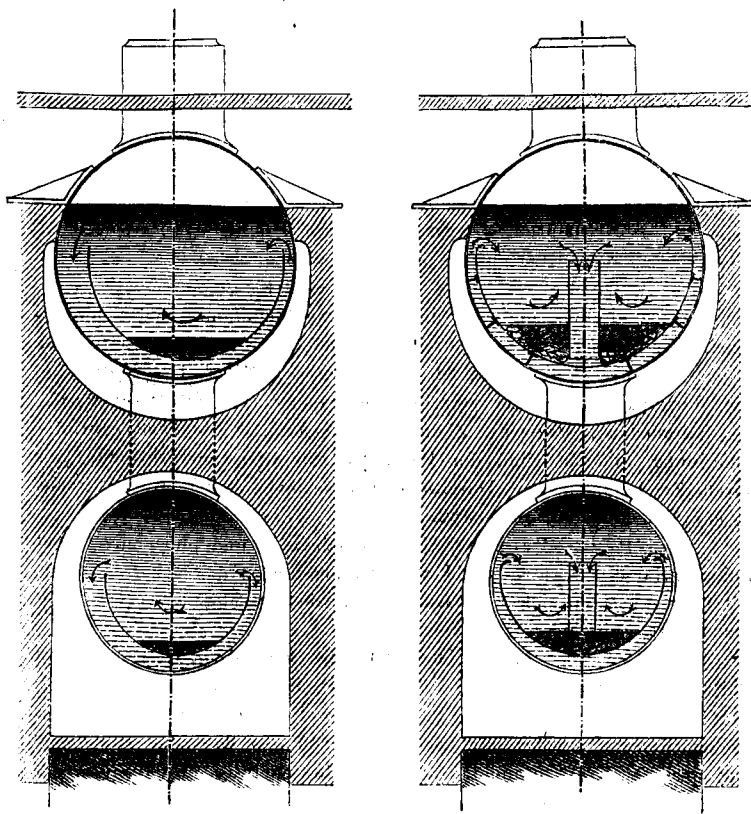
Eine weitere wesentliche Abweichung von den bisher üblichen Vorrichtungen ähnlicher Construction, besteht endlich in der Anbringung der Communicationsrohre *a*, *a* . . . die in Entfernungen von circa 24 Zoll (0.632^m) längs der ganzen Blecheinlage in der Achse des Kessels vertheilt sind.

Die Entfernung der letzteren von der Kesselwand wird durch kleine, angenietete Füßchen in ihrer normalen Lage erhalten, und die so gebildete Mulde endlich mit grobem Flußschotter von Hühnereigröße beschwert. Fig. 1 zeigt die Anordnung des Systems von Schmitz, Fig. 2 jene von Popper, und dürfte der Unterschied beider, sowie die Functionen jedes einzelnen Apparates durch die eingezeichneten Pfeile der Wasserströmung deutlich genug ersichtlich sein.

Die an der Heizfläche sich entwickelnden Dampfblasen steigen bei Popper's Anordnung mit bedeutender Gewalt an beiden Kesselwänden empor, und erzeugen so eine rapide Strömung, den wichtigsten Factor einer ökonomischen Verdampfung, die in ähnlicher Weise durch die Doppelnöhen der als trefflich bekannten Field'schen Kessel gefördert wird. Aber mehr noch als dieß wird geleistet. Die Vehemenz der Dampfentwicklung verhindert jedes Ansetzen des gebildeten Kesselsteines, und außerdem eine nicht unbedeutende Hebung des Wassers über den Bord der Blechmulde, und wird diese, wie aus Fig. 2 ersichtlich, so angeordnet, dass dieser mit der Linie des niedrigsten Wasserspiegels gleichläuft, so bietet die Popper'sche Einlage einen ganz bedeutenden Schutz gegen alle Unfälle, die mit dem Sinken des Wasserniveau's unter die Feuerlinie verbunden sind.

Diese starke Hebung des Wassers, die an einem kleinen Versuchs-Modelle deutlich zu erkennen ist, die sich aber auch bei Oeffnung des gebrauchten Kessels in G. Sigl's Fabrik daraus erkennen ließ, dass von dem aufgespritzten und übergeworfenen Wasser ein Streifen von circa 5 bis 6 Zoll (132—158^{mm}) Höhe über dem normalen Wasser-

Fig. 1 und 2.



stande mit Rückständen von dessen Verdampfung schwach überzogen war, ist somit jedenfalls eine angenehme Beigabe dieses Systemes, denn durch sie wird ein dauerndes Bessern der Kesselwände jedenfalls so lange zuverlässig währen, als überhaupt eine nennenswerte Wassermenge sich noch im Kessel befindet.

Die verticalstehenden Röhren von 5 Zoll (132 mm) Durchmesser erleichtern nun das Rückströmen des Wassers, die Steine am Boden der Mulde erhalten durch ihre Schwere einerseits die Stabilität der Einlage, bieten aber andererseits in ihren Zwischenräumen dem Wasser Gelegenheit, völlig zur Ruhe zu gelangen, um den Kesselstein dort abzulagern. Die Kosten eines solchen Apparates belaufen sich zudem auf die relativ niedrige Summe von 40 kr. Oe. W. per 1 Quadratfuß zu schützende Heizfläche, die sich aber, jedenfalls bei allgemeiner Verwendung desselben, wird noch weiter ermäßigen lassen.

Der Befund des Kessels nach dreiwöchentlichem ununterbrochenen Betriebe war ein überraschender; die Kesselwände zeigten sich von jeder Ablagerung völlig frei, so zwar, dass kleine Verletzungen des Bleches durch die Hammerhiebe an ihnen noch sichtbar waren, durch welche die letzte Reinigung des Kessels von einer circa $1\frac{1}{2}$ (3 mm) starken, hart angebackenen Wassersteinschichte vorgenommen wurde.

Die den Kesselwänden zugekehrte Seite der Einlage war gleichfalls rein, ja völlig metallisch blank, die Steine dagegen mit einer dicken Schlammkruste überzogen, die theilweise auch der Innseite der Mulde, sowie den verticalen Communicationsröhren anhaftete.

Durch Herausheben der Steine nach einem längeren Betriebe und Ersatz der gebrauchten durch neue, ist die Kesselreinigung beendet, wobei bemerkt werden muß, dass zur Bequemlichkeit der Manipulation, von nun an eigene Metallsäcke angewendet werden sollen, in denen die Steine auch im Kessel bleiben, womit bei endlicher Reinigung desselben ihre Entfernung und Wiedereinbringung bedeutend erleichtert wird.

Beim dreiwöchentlichen Betriebe des Kessels hat sich durchaus keine Störung in oder durch den Apparat gezeigt, die Dampferzeugung, respective das Anheizen ging rascher vor sich als gewöhnlich, und die Menge des vom Dampfe mitgerissenen Wassers, trotz des erwähnten Spritzens im Kessel, war, genauen Messungen zufolge, keine größere als sonst. Noch sind keine endgültigen Angaben über die Kohlenersparnis, die theoretisch wohl vorauszusagen wäre, möglich; so viel aber wenigstens wurde durch genaue Aufschreibung des Brennmaterialaufwandes

constatirt, dass derselbe den niedrigsten wöchentlichen Consum nicht überschritten hat.

Weitere Versuche über die Anwendbarkeit des Systemes auf Cornwall, Andraé'sche Schiffs- und Locomotivkessel sind in Vorbereitung, und bald hoffen wir, auch hierüber gleich günstige Resultate mittheilen zu können, wenn dem Erfinder von Seite der betreffenden Kesselbesitzer, namentlich aber von Seite einer Eisenbahnverwaltung, wie wohl anzunehmen, die Gelegenheit zur Erprobung seines Anti-Incrustators geboten werden wird.

Wien, am 16. November 1838.

Dr. Emil Teirich.

Literarische Rundschau.

Engineering. V. Band. (Schluß.)

Eisenbahn-Verbesserungen. Gegenwärtig liegt der Schwerpunkt der Fahrzeuge 3 Fuß und höher über den Schienen. Lagen aber beide in einer Horizontalen, so würde das Schlingern der Räder zwischen den Schienen aufhören. Die Schienen müssen für die Last eines Triebwagens der Maschine, also oft für 7 Tonnen berechnet sein. Da jedoch die Waggonräder nur mit 3—4 Tonnen drücken, so sind diese Schienen für weitaus die Mehrzahl der Räder zu stark. Locomotive mit 8, selbst 12 Treibräder mit zwei Gestellen etc. könnten aber gleichen Adhäsionsdruck wie jetzt, jedoch nur eine halb so große Achsbelastung geben. Seite 449.

Amerikanische Laschen-Verbindung. Seite 458.

Bei der Erie- und bei der New-York-Jersey-Bahn wendet man jetzt elastische Laschen-Verbindungen an. Bei der einen wird unter die Köpfe der Bolzen eine Kautschukscheibe gelegt, bei der andern die eine Lasche aus Eisen, die andere aus starkem Holze gemacht.

Für Eisenbahn-Puffer und Zugfedern werden neuerdings jene Stahldraht-Spiralfedern angewendet, welche über einen Cylinder aus gepresster Wolle gesteckt sind. Sie werden immer zu mehreren, z. B. acht Stücken in ein Puffergehäuse gegeben, und bewähren sich vorzüglich. Seite 536.

Druck-Gestelle. Auf den amerikanischen Bahnen sind die Vortheile derselben häufiger ausgenutzt als bei uns. Wagen von großer Länge (z. B. Schlafwagen) bekommen oft bis 4 solcher Auflagen. Seite 585.

Ueber den Widerstand in Bahn-Krümmungen Seite 589.

Kleine Locomotive für die Zuckerbahn in Lima. Eine Maschine für einen Tramway von $3\frac{1}{2}$ Fuß Spurweite und Krümmungen von 100 Fuß Halbmesser, wurde von Black gebaut, welche 110 Quadrat-Fuß Heizfläche, 6zöllige Cylinder (12 Zoll Hub) und gußeiserne Scheibentreibräder von $2\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser hat. Vorne ruht die Maschine auf einem Drehgestell. Seite 414.

Locomotive für die Mauritius-Bahn von Hawkshaw. Maschine mit vier gekuppelten Achsen für Steigungen von $\frac{1}{27}$. Die acht Räder können mit Holzbacken gebremst werden. In der Feuerkiste ist ein Rauchverbrenner von Jenkin angebracht. Nimmt man das Maschinen-Gewicht mit 45 Tonnen und den Bahnwiderstand mit 15 Pfund pr. Tonne an, so kann eine Bruttolast von 120 Tonnen (ohne Maschinen-gewicht) über eine Steigung von $\frac{1}{27}$ gefördert werden. Seite 590.

Locomotive für Neuschottland von Fox, Walker & Comp. in Bristol. Der Kessel hat 4 Fuß 2 Zoll Durchmesser und für 200 Pfund pr. Quadrat-Zoll normaler Dampfspannung eine Blechstärke von $\frac{7}{16}$ Zoll. Die Längsnäthe sind solid geschweißt und die Ringnäthe an den Stößen gehobelt und doppelt genietet. Die eisernen Kuppelstangen sind nach Ramsbottoms System ganz ohne Keile, nur mit Stahlbüchsen in einfachen Augen. Gehalten sind diese Büchsen mit der Vorsteckscheibe, und bekommen sie zu viel Luft, so werden neue eingesetzt. Die Federhängstangen haben am untern Ende eine hohe Kautschukunterlage. Seite 548.

Versuche mit Adelings und Porters Straßen-Locomotiven von Tresca. Plan, Vorgang und Ergebnisse. Seite 505.

Die 85 New-Yorker Localdampfer beförderten 1866 achtzig Millionen Menschen. Beschreibung der neueren Fahrzeuge. Seite 492.

Ein rundes Kriegsschiff will Elder dadurch herstellen, dass zwei niedere Abschnitte enormer Kugeln, wo von einer nach unten

und der andere nach oben gewölbt ist, in einer schneidigen Kante zusammenstoßen. Unten liegt in der Mitte ein Turbinentreib-Apparat, welcher sein Wasser in eines der vier, im Kreuz liegenden Ausgußrohre treibt, und so das Schiff nach jeder Richtung bewegen kann. Ein runder Panzerthurm, welcher vom obern Schildblatt getragen wird, enthält 10 Geschütze, welche fortwährend spielen können, indem sich das Schiff dreht. Naht es so einem fremden Fahrzeug, so kann die große schneidige Kante wie eine Circularsäge wirken. Seite 527.

Die verschiedenen Einsetzungsarten der Rohre bei Oberflächen-Condensatoren. Seite 484.

Am einfachsten ist (und am besten soll sein) Howden's Art, welche darin besteht, dass rund um das Rohr und auf $\frac{3}{4}$ der Rohrwanddicke eine Erweiterung von $\frac{1}{16}$ Zoll ausgebohrt ist, in welche eine geflochtene Hanfschnur gestemmt wird. Nach Hall wird diese Packung noch durch ein kurzes Rohr, welches außen Schraubengänge hat, stopfbüchsenartig niedergeschraubt. Allen treibt zwischen Rohr und Bohrung einen kurzen Holzstutzen, wobei aber die Rohre weit auseinander kommen und viel Platz verloren geht. Spencer legt Kautschuk-Ringe in die eingedrehte oder gleich beim Guß ausgesparte rohe Nuth u. s. w. Ueberall sind die Rohre leicht auszunehmen und überall können sie sich frei ausdehnen. Platzbeanspruchung und Kosten sind aber verschieden.

Ein Dampfkessel von 7 Fuß Durchmesser und 30 Fuß Länge von Hick und Bolton zeigt folgende bemerkenswerte Neuerungen: Jede Trommel des Kessels besteht aus einer einzigen Stahl-Blechtafel, so dass im ganzen Umfang nur eine Längsnietnath vorkommt, welche ober der Mauerlinie liegt und immer der Untersuchung zugänglich ist.

Diese Nietfugen liegen versetzt auf beiden Seiten des Kessels. Die Bleche haben eine Dicke von $\frac{3}{8}$ Zoll in der Mitte und von $\frac{1}{2}$ Zoll an den beiden Enden bei einer Pressung von 60 Pfd. Dampf. Die Nietung ist durchgängig doppelt, und die $\frac{5}{8}$ zölligen Stahlbolzen waren etwas conisch, um das kegelförmige Loch auszufüllen, welches entsteht, wenn Bleche nach dem Durchstoßen erst gebogen werden. Die Rauchrohre, welche diesen conischen Kessel durchziehen, bestehen auch aus Trommeln mit je einer Nietnath unten. Ihre Verbindung ist aber mit $\frac{1}{4}$ Zoll starken Ringen hergestellt, welche im Querschnitte an die Barlow-Schienen erinnern, so dass die Rohre eine gewisse Längen-Elasticität bekommen.

Das Vorurtheil gegen Stahlkessel erstirbt nach und nach, nur müssen einestheils gleichartige Bleche geliefert und andertheils dieselben in richtiger Weise behandelt werden, und es ist nur die Schuld der Kesselfabrikanten, wenn sie die Vortheile nicht auszubenten verstehen, welche der Stahl ihnen bietet. Seite 521.

Ueber die Behandlung der Stahlbleche von Sharp. Versuche, welche jüngst von Sharp angestellt wurden, zeigten, dass Stahlbleche durch das Loch 33% der absoluten Festigkeit verlieren. Wenn man aber die gelochten Stahlplatten rothwarm macht und biegt, dabei durch ihre Bedeckung mit Sand oder Asche einem Härten oder Ziehen vorbeugt, so zeigen dann die gebogenen Platten in der Nietnath fast die ganze Festigkeit der unberührten Bleche. Die Verhältnisse der Löcher und ihre Abstände sind natürlich die der gewöhnlichen einfachen Kesselnietung.

Daran schließen sich Versuche über die verschiedenen Arten der Nietung mit Stahl und mit Eisenbolzen. Sharp spricht die Ueberzeugung aus, dass in wenig Jahren alle Kessel aus Stahlblech gemacht werden werden. Nur muß unter Anderem auch eine sorgfältige Prüfung der Bleche auf ihre absolute Festigkeit und Dehnbarkeit angewendet werden. Seite 293.

Die Theorie der Festigkeit. Durch den ganzen Band zieht sich eine Reihe von Abhandlungen über die Festigkeit. Ueberall werden die bekannten theoretischen Formeln, mit Versuchsergebnissen verglichen, welche meistens von Kirkaldy angestellt wurden, und da ergeben sich höchst merkwürdige Dinge. Z. B. Wenn man einen kreisrunden Stahl-Stab von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser auf 12 Zoll Länge zwischen zwei Stützen frei auflegt, und er brach bei einer Belastung in der Mitte von 185 Tonnen, so rechnet sich die Bruch-Beanspruchung der gespanntesten Faser aus

$$S = \frac{6 \cdot Q \cdot L}{4 a^3} = 78 \text{ Tonnen pr. Quadrat-Zoll.}$$

Ein Stab aus dem gleichen Material und quadratförmigen Querschnitt von $\frac{3}{4}$ Zoll Seitenlänge reißt aber bei 26 Tonnen directer Last, also ist die absolute Festigkeit dieses Materials

$$s = \frac{q}{a^2} = 46 \text{ Tonnen.}$$

Es ist daher

$$S = s + \varphi \cdot s = 46 + 0.7 \cdot 46 \text{ Tonnen.}$$

Und dieser Erfahrungscoefficient φ stellt sich für Stahl aus einer großen Zahl von Versuchen folgendermaßen:

Kreuzförmiger Querschnitt $\varphi = 0.6$ bis 0.8

Kreis-Querschnitt $\varphi = 0.7$ „ 0.9

Quadrat „ $\varphi = 0.8$ „ 1.0

Ganz ähnlich zeigt sich die Nichtübereinstimmung bei Schmiedeeisen. Wir machen auf diese Artikel besonders aufmerksam. Seite 299.

Tresca's Versuche über den Faser-Fluß der Metalle. Die Wirkung, welche die verschiedenen Operationen des Packetirens, des Schmiedens, Pressens, Ziehens, Dehnens und Stauchens auf die Anordnung, auf den Fluß der Fasern in Metallen hervorbringen, ist durch Zeichnungen von Durchschnitten so behandelter Körper recht anschaulich gemacht. Seite 482.

Der Parry-Process. Um aus schwefel- und phosphorreichem Rohmaterial einen guten Stahl zu gewinnen, wird das Roheisen früher mit überschüssigen Coks im Kuppelofen niedergeschmolzen und hoch carbonisirt. Seite 66.

Walzwerks-Maschine für die Freedom Company in Philadelphia. Zwei Cylinder von 36 Zoll Bohrung und 4 Fuß Hub werden mit zwei Schleifbogen gesteuert, welche mittelst eines hydraulischen Kolbens gehoben und gesenkt werden, so dass der Handhebel nur geringe Kraft braucht. Von der Umsteuerung des Ganges der Walzen bleibt das Schwungrad unberührt. Das Bett der Maschine ruht auf dem Fundament mit einer Zwischenlage von Holzbalken. Seite 67.

Sturgeon's Dampfhammer mit Selbststeuerung. Der Steuerkolben wird durch ein Hebelwerk geführt, welches nicht durch einen Anstoß, sondern beständig mit dem Fallklotz in Verbindung steht. Seine Bezeichnung: „Dead-blow“ Dampfhammer ist nicht recht verständlich, Seite 499.

Maschine zum Ausbohren der Kurbelzapfen-Löcher an Locomotivrädern von Reid. Die Maschine ist bestimmt, die Löcher genau im rechten Winkel und parallel zur Achse zu bohren. Seite 477.

Die Hand-Bohrmaschine wird von Coless dadurch bedeutend vereinfacht, dass er statt des Sperr-Rades eine runde Scheibe, und zur Mitnehmung statt des Sperrkegels ein Bremsband herumlegt, welches sich bei der Rechts- und Linksbewegung anlegt und löst. Seite 584.

Maschine zum Fräsen gerader Gegenstände von Greenwood in Leeds. Der Tisch lässt sich der Fräsradwalze je nach der Dicke des Arbeitstückes nähern. Seite 80.

Nägelmachine von Sweet. Zum Herstellen von Maschinennägeln. Seite 584.

Der Hauschlag der Mühlsteine kann mit einer Maschine von Golay in Paris weit schneller, besser und schürfer als mit der Hand hergestellt werden. Eine kleine Scheibe trägt an ihrem Rande einen Diamanten oder andern harten Stein eingespannt und dreht sich, durch einen Schnurlauf angetrieben, sehr schnell. Die Supportführung ist einfach und erlaubt jede Richtung des Hauschlags. Das Patent wurde für Middlesex, Essex, Kent und Surrey für 15,000 L. und für Lancashire und Yorkshire für 21,000 L. verkauft. Seite 429.

Ein mechanischer Getreide-Messapparat ist in mehreren englischen Brauereien eingeführt, welcher, durch die Transmission angetrieben, gar keiner Wartung bedarf, und sicher zählt. Er besteht aus einem Rad, dessen Zellen sich füllen und welches stehen bleibt, wenn kein Getreide zugeführt wird. Seite 494.

Centrifugal-Pumpen. Kleine Pumpen lässt Gwinne direct durch einen Dampfkolben antreiben, welcher öfter bis 700 mal in der Minute hin- und hergehen muß. Bei der Ausstellung in Havre wurden von solch einer Maschine Diagramme genommen, welche bei 414 Umgängen tadellose Curven zeigten. Gegenwärtig wird für Dänemark eine Pumpe von $8\frac{1}{2}$ Fuß Höhe gebaut. Das Flügelrad hat $4\frac{1}{2}$ und die Röhre $3\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser. Sie wird 90,000 Gallonen in der Minute 6 Fuß hoch fördern. Seite 502.

Förder-Maschine für zwei Schachte und vier Scha-

len von Spencer. Zwei gekuppelte Maschinen haben eine durchlaufende Welle, welche in der Mitte das Schwungrad trägt. Die Zahnräder an beiden Enden, welche die Trommelwellen mit einem dreimal größeren Rad antreiben, stecken nur lose auf der Schwungradwelle und werden von dieser mit je einer Bremskupplung mitgenommen. Die Kupplung besteht aus zwei Scheiben, wovon eine an das Zahnrad gegossen, die andere mit einer langen Keilnuth-Nabe auf der Welle sitzt. Auf den einander zugekehrten Kreisflächen tragen diese Scheiben (von $2\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser) 6—7 Kreisnuthen eingedreht, in welche entsprechende Vorsprünge der andern Scheibe passen. Durch Gegeneinanderpressen dieser Scheiben ist die Mitnehmung gesichert, und es kann dabei das Seil auf jede beliebige Höhe genau eingestellt werden, was bekanntlich früher, wo nur $\frac{1}{6}$ Drehungen möglich waren, nicht anging. Seite 446.

Fang-Vorrichtung für Förderschalen. Seite 617.

Höchst einfacher, nur durch das Eigengewicht (ohne Federn) wirkender Mechanismus.

Pneumatische Depeschen-Beförderung. Beschreibung der Berliner Apparate. Seite 521.

Die Tunnel der Londoner unterirdischen Eisenbahn. Zeichnungen der Oeffnungen, Mauerstärken und Schienenanordnung. Seite 87.

Die Entleerung der Senkgruben geschieht nach Liernur mittelst eines hohlen Blechkessels von 60 Fuß Inhalt, welcher mit einem 5zölligen Rohr mit der Grube in Verbindung steht. Eine 6pferd. Locomobile treibt mit einem $6\frac{1}{2}$ zölligen Kolben eine 10zöllige Luftpumpe an, und saugt mittelst eines 3zölligen Rohres aus dem großen Kessel ein Vacuum von 27 Zoll Quecksilber an. Unbedingt gestanklose Entleerung. Seite 432.

Die Chicago Wasserwerke. Eine Balancirmaschine, bei welcher die Dampfkolbenstange durch den Cylinderdeckel unten durchgeht und in ihrer geraden Verlängerung den Pumpenkolben antreibt. Der Windkessel ist aus Gußeisen und die ganze Aufstellung aus Holz.

Die Port-Glasgow-Wasserversorgung, Seite 422.

Wasserleitungs-Haupttröhren. Ursachen des Springens, ihre Reparatur etc. Seite 481.

Feuer-Wechsel an der Wasserleitung in Chicago. Verliert kein Wasser bei Reparatur. Seite 488.

Die Versenkung eiserner Pfeiler-Rohre in Sand nach Brunless. 9zöllige Gußrohre von 9 Linien Wandstärke wurden mit einem Wasserstrahl in den Boden gebracht, welcher unter und neben dem Rohr den Sand wegwäscht. Das Pfeiler-Rohr endet nämlich in einer Bodenplatte, welche bis auf ein $2\frac{1}{2}$ zölliges Loch geschlossen ist. Durch diese Oeffnung tritt ein schmiedeisernes Rohr um einige Zoll vor, welche durch das ganze Pfeilerrohr hinaufgeht, und in welches oben durch eine starke Pumpe ein Wasserstrahl fortwährend eingepresst wird. Das ganze Rohr wird an einem Gerüste, welches einem Rammergerüste ziemlich ähnlich sieht, geführt, und sie sitzt in 20—30 Minuten 15—20 Fuß tief. Diese Art der Versenkung ist die billigste von allen, und kann sie auch rein im Sand angewendet werden, so könnte man doch auch bei eingeschraubten Pfeilern oder versenkten Cylindern das Niedergehen durch Wegspüßen des Sandes erleichtern. Seite 411.

Seite 506 ist das Detail einer guten Verbindung der übereinanderstehenden Rohrstücke gezeichnet. Dabei kommen keine Schrauben vor.

Die neue Niagara-Brücke. Seite 592.

Die alte Eisenbahnbrücke, 2 Meilen unter dem Fall, hat 822 Fuß Spannweite. Jetzt ist eine Brücke für Fußgänger, 10 Fuß breit und 1268 Fuß von Pfeilermittel zu Pfeilermittel weit, knapp unter dem Fall in einer Höhe von 180 Fuß über dem Wasserspiegel errichtet worden. Eine genaue Beschreibung der Drahtseile, ihrer Herstellung und Prüfung der Pfeiler etc. schließt sich an.

Fundirung der Brücken über den Tet (Spanien). Zeichnung der Maschinen und ausführliche Beschreibung des Baues, welcher mannigfache Hemmnisse, Steckenbleiben der Senkpfeiler, Verwüstung durch Hochwasser etc. zu erfahren hatte.

The Builder, 14. März 1868.

Verbrauch, Bedürfnis und Arbeit. The Builder berechnet, dass die englische Nation jährlich eine verfügbare Summe von 825.000.000 Livres Sterling habe.

Eisenbahnbehörden, Lieferanten und Actionäre. Nur auf englische Verhältnisse Bezug habend.

Sterblichkeitsverhältnisse in den größeren englischen Städten. Die Sterblichkeitsziffer, welche für London im Jahre 1866 auf 26.5 fixirt war, betrug im Jahre 1867 nur 23.0.

Das Schloss Coucy. Baugeschichtlicher Abriss mit beigegeführtem Grundrisse des Schlosses Coucy.

Die neue Kirche in Ost-Brixton. Entwurf vom Architekten Robins. The Builder gibt eine Perspective des Inneren der Kirche, welche sich uns als Säulen-Basilika mit flachem Chorabschluss und ornamental behandelter, frei liegender Dachconstruction präsentiert.

21. März 1868.

Maschine für Tischlerarbeit. Diese, „General-Joiner“ genannt, ist in West-Brompton ausgeführt, und wird vom Builder sehr gerühmt.

Nützlichmachung des Canalinhaltes. Fortsetzung.

Englische Erziehung.

Die Cathedrale in Bamberg.

Sharrow-Kirche in Sheffield. Grundriss und die Perspektiven des Aeußeren und Inneren dieses Bauwerkes. Basilika mit kurzem Kreuzschiffe. Sichtbare Dachconstruction. An der flachen Apsis Fenster mit reichem Maßwerke und Glasmalerei. Interessante Lösung des unsymmetrisch angelegten Chores. Der Architekt ist J. B. Mitchell-Withers.

28. März 1868.

Architekten und der Vulkan. Ein nicht sehr sorgfältig gewählter Titel für einen Aufsatz, welcher im Allgemeinen über italienische Architekturverhältnisse handelt und insbesondere Neapel ausführlicher bespricht.

Nützlichmachung des Canalinhaltes. Fortsetzung.

Aushöhlungen in der Pfalz.

Das Stadtamtsgebäude in Liverpool. Dieser bedeutende Neubau wurde erst kürzlich vollendet. Er ist im Grundrisse rechteckig und umfasst eine verbaute Fläche von 4800 Quadrat-Yards (1 Yard = 0.914 Meter). Die Höhe des Baues beträgt bis zum Krongesimse beläufig 60 englische Fuß (1 engl. Fuß = 0.964 Wr. Fuß = 0.304 Meter). Die vier Eckpavillons haben bis zum Dache 80 englische Fuß Höhe, und der Mittelthurm mißt 200 Fuß. Die Kosten des Baues belaufen sich ohne Grundstück und innerer Einrichtung auf 100,000 Livres Sterling. Der Bau wurde nach den Plänen von Weightmann begonnen und wurde von Robson fortgesetzt. Der Builder bringt Grundrisse und eine Ansicht der Façade dieses Gebäudes. Die einzelnen Räume sind sehr detaillirt beschrieben. Die Façade zeigt eine ziemlich gute Renaissance.

Die Universitäten und Kunstschulen.

4. April 1868.

Die alten Kreuze in Gloucester-Shire.

Kaiserliche Architektur und kaiserliche Finanzen. Französische Verhältnisse besprechend.

Nützlichmachung des Canalinhaltes. Fortsetzung.

Zwölf Monate früher. Ueber britische Architektur auf der Pariser Ausstellung.

Architektonische Skulptur. An griechische Kunstwerke anknüpfend.

Das Theater in Leipzig. The Builder gibt eine ausführliche Beschreibung, zwei Grundrisse und eine Perspectivansicht dieses uns ohnehin bekannten Baues. Dem Builder gefällt dieses Gebäude und seine Umgebung außerordentlich.

11. April 1868.

Kunsteuriositäten.

Die Entwürfe für das Stadthaus in Manchester. Besprechung der Concurspläne, welche nur von englischen Architekten herrühren.

Stadthaus in New-York.

Victoria-Hospital in Suez. Erbaut vom Architekten Colonel Collyer. Der Bau ist in gesonderte Flügel getheilt, deren jeder eine 10 Fuß weite Veranda besitzt. Die Ebenerdfußböden sind sämtlich 5 Fuß über dem Niveau. Eine auf 20 Menschen berechnete Abtheilung ist 75 Fuß lang, 22 Fuß breit und 16 Fuß hoch, ist also auf 1320 Cubikfuß pro Mann berechnet.

The Builder gibt eine Ansicht in Vogelperspective. Die Gesamtgrundfläche beträgt 8 Acres (1 Acre = 0.708 Wr.-Joch = 0.405 Hectaren), wobei auch der geräumige Centralgarten mit inbegriffen ist. Das Theater in Leipzig. Längenschnitt.

Die zerstörten Kirchen in Orkney und Shetland. Charing-Cross-Eisenbahn.

19. April 1868.

Ausstellung von National-Porträts.

Was ist ein Architekt?

Geschmack.

Das proponirte Denkmal für Lord Feversham in Helmsley, Yorkshire. Entworfen vom Architekten Barry. Die beigegebene Perspectiv-Ansicht zeigt einen recht geschmackvollen englisch-gothischen Steinbau.

Amtsgebäude der schottischen Provinzial-Versicherungs-Gesellschaft in Dublin. Erbaut vom Architekten Deane. Die Totalkosten belaufen sich auf 4000 L. St. Das Material ist Stein. Builder bringt eine Perspectivansicht dieses Gebäudes, von welchem er sagt, es sei, was Styl anbelangt, eine freie Nachbildung der schottischen Gothik.

25. April 1868.

Ein eigenthümlicher Willkomm von Mr. Whitworth's Schenkung.

Nützlichmachung des Canalinhaltes. Fortsetzung.

Mexikanische Architektur.

Béton-Abflußröhre.

Ventilation.

Unterricht für Architekten.

Restauration der Cathedrale in Bristol.

Die Victor-Emanuel-Gallerie in Mailand. The Builder gibt eine innere Ansicht dieses im Roccoco-Style aufgeführten Gebäudes. Es hat eine Länge von 640 Fuß, und eine Breite von 47 Fuß, ist eine einzige Halle und hat eine tonnenförmige Glasdachung. In der Mitte steht eine Kuppel. Der ausführende Architekt war Mengoni.

Eine Dampf-Straßenwalze. Mit beigegebener perspectivischer Ansicht. Sie ist ausgeführt von Aveling und Porter in London und kostet 900 L. St. Das Gewicht der Walze ist 26 Tons, ihr Durchmesser beträgt 6 Fuß.

Recensionen.

Der Indicator und seine Anwendung mit specieller Beziehung auf den Indicator nach Richards. Für den practischen Gebrauch bearbeitet von P. H. Rosenkranz, Ingenieur in der Fabrik von Schäffer und Budenberg in Buckau-Magdeburg. — Mit zwei lithographirten Tafeln und 12 in den Text gedruckten Holzschnitten. Berlin 1868.

Das kleine Buch ist bestimmt, den Besitzern von Dampfmaschinen das Wesen des Richard'schen Indicators und den Nutzen der Indicator-Diagramme überhaupt in populärer Weise klar zu machen.

Nach einer ausführlichen und deutlichen Beschreibung des Instrumentes folgt die Arbeits-Berechnung der untersuchten Dampfmaschine aus dem Diagramm. — Um aus demselben die mittlere Nutzspannung zu erhalten, welche mit Kolbenfläche und Weg die Arbeit am Kolben gibt, wird einzig und allein die Simpson'sche Regel hingestellt, und deren Anwendung in Beispielen gezeigt. Wir denken, dass es in den meisten Fällen genügt, statt die Simpson'sche Formel zweimal anzuwenden (einmal für die Druck- und dann für die Gegendrucklinie) einfach aus den Druckdifferenzen den mittleren algebraischen Wert zu nehmen, dafür aber die Ecken des Diagramms dem Augenmaß nach derart zu corrigiren, dass die Fläche gleich groß bleibt. Die Fehler des Instruments, das Verziehen des Papiers und die Ungenauigkeit der Ordinatenmessung, besonders bei Diagrammen, deren Curven sich nicht ganz decken, würden wohl die Erwähnung des einfacheren Vorganges rechtfertigen, welcher übrigens schon darum häufig angewendet wird, weil man ihn stets unzweifelhaft im Gedächtnis hat. — Die höchste Genauigkeit aber würde man erhalten, wenn man die planimetrisch gemessene Fläche durch ihre Länge dividirt.

Um aus der nun erhaltenen Arbeit am Kolben auf die verfügbare Arbeit an der Welle zu schließen, wird vom Herrn Verfasser einzig der

Völker'sche Weg empfohlen, nämlich ein Diagramm der leerlaufenden Maschine aufzunehmen, daraus den Effect der losen Reibungen zu berechnen und von der Differenz noch jene (in gewöhnlichen Fällen unbekannte) Arbeit abzuziehen, welche von der Mehr-Reibung bei steigendem Dampfdruck consumirt wird. Bei vielen, und besonders bei solchen Maschinen, wo das Schwungrad zugleich Zahnrad ist, wird aber „der Leerlauf“ leichter ausgesprochen als ausgeführt, und auch breite Riemten wirft man nicht gerne ab, und in solchen Fällen ist eine, nach Procenten der Kolbenarbeit geschätzte Nutzarbeit zur Beantwortung der Frage nach dem Effect der Maschine noch immer mehr entsprechend als — gar keine Beantwortung, außer der Hinweis auf einen Brems-Versuch.

Die Berechnung des Dampfverbrauches ist nur unvollständig vorgenommen, und einer möglichen Vergleichung zwischen Arbeit und Dampf-, Wasser- und Kohlen-Aufwand ist nicht Erwähnung gethan.

Wir vermissen ferner in dem Werke über den Nutzen des Indicators, selbst jede Angabe des Umstandes, dass einer der Haupt-Vorteile der Diagramm-Entnahme in der Einsicht über die Regelmäßigkeit der Dampfvertheilung besteht. Dass sich eine schlecht construirte Steuerung, schlecht montirte Schieber, zu enge Dampfwege, ferner, dass sich Undichtigkeiten des Schiebers, des Kolbens, mangelhafte Condensation etc. im Diagramme erkennbar machen, und wie man aus dessen einzelnen Zügen lesen kann, ist gar nicht erwähnt. Die Verbindung der Indicator-Trommel mit dem Kreuzkopf wird nur mit (ziemlich schweren) Holzhebel-Übersetzungen empfohlen und in den Zeichnungen vorgeführt. — Bei beiderseitigen Untersuchungen zwei Indicators anzuwenden, sollte als Variante nur für sehr schnell gehende Maschinen angegeben werden.

In einem Anhang wird das Messen des Nutzeffectes mittelst des Brems-Zaumes beschrieben. Unter Anderem heißt es dort wörtlich: „Das Eigengewicht des Hebels, im Schwerpunkte der Vorrichtung gedacht, reducirt man auf den Anhängepunkt der Last, indem man dasselbe so viel Mal verkleinert, als der horizontale Abstand dieses Schwerpunktes von der Welle in der Länge des Hebels enthalten ist.“ — Man kommt nun gewiss einfacher zu diesem reducirten Gewicht, wenn man das Ende des Hebels selbst wägt, wie man es auch bei Ventil-Hebeln ausnahmslos macht.

Der Wert des Buches gipfelt in der Hinweisung auf den Richards'schen Indicator und der genauen Beschreibung seiner Theile und seiner Zubehör in einer populären Weise, aber selbst für den Nicht-Ingenieur hat es wegen seiner geringen Vollständigkeit in den andern Theilen nur einen bedingten Wert.

J. Radinger.

Die neueren Breithaupt'schen Messtisch- und Kippregel-Constructions und ihr Wert für die topographische Messkunst. Von v. Rüdgers, Premier-Lieutenant à la suite des I. westphälischen Infanterie-Regimentes Nr. 13 und Lehrer an der Kriegsschule zu Kassel. Kassel 1868, Verlag von Theodor Kay.

Von jeher ist an den Messtisch- und Kippregel-Constructions viel herumgekünstelt worden, um diesen für die Operationen der niederen Geodäsie so wichtigen Instrumenten allmähig entweder wirklich oder auch nur scheinbar und vermeintlich jene Eigenschaften zu verschaffen, welche für eine möglichst vollkommene Horizontal- (und wohl nur nebenbei hin und wieder auch Vertical-) Aufnahme unerlässlich sind. Nicht bloß von Land zu Land wechseln die Detail-Constructions an den Messtischen und Kippregeln (die principielle und fundamentale Einrichtung dieser Apparate muß ja doch immer eine und dieselbe sein), sondern jeder einzelne Mechanicus gibt seinen Instrumenten gewisse, nur ihm eigenthümliche Detail-Einrichtungen, wodurch eben die Species-Namen, wie z. B. „Baumann'scher, Marinoni'scher, Winkler'scher, Kraft'scher, Starke'scher, Breithaupt'scher etc. Messtisch“ zu Stande kommen.

Was nun die neuesten Messtisch-Constructions von Breithaupt in Kassel betrifft, so müssen wir wohl zugeben, dass dieselben den an solche Instrumente zu stellenden strengen Forderungen in sehr hohem Grade zu genügen im Stande sind, und Herr Premier-Lieutenant v. Rüdgers hat in seiner diesem Gegenstande gewidmeten Monographie nichts unerwähnt gelassen, was die in Rede stehenden Messtische in's hellste und vortheilhafteste Licht zu setzen geeignet sein kann. Indessen können wir doch nicht verschweigen, dass der den meisten Praktikern leider noch unbekannte Messtisch nach der Construction des Herrn Gustav Starke,

Vorstandes der astronomisch-geodätischen Werkstätte am hiesigen k. k. polytechnischen Institute, dem Tische nach Breithaupt's neuestem System nicht nur in gar nichts nachsteht, sondern diesem — was Leichtigkeit des Statives bei trotzdem größerer Stabilität desselben betrifft — entschieden vorzuziehen ist, eines weiteren Vorzuges — der größeren seitlichen (geradlinigen) Verschiebbarkeit nämlich — gar nicht zu gedenken.

Die neuesten Breithaupt'schen Kippregeln sind wohl sehr universelle oder vielmehr combinirte Aufnahme-Instrumente, indem sie nicht allein die orthogonale Projection der Visirrichtungen geben, sondern zugleich auch die Distanzen nach den anvisirten Punkten, sowie deren Höhenwinkel (mittelbar also deren Höhen selbst) messen und bestimmen lassen; doch sind wir der Meinung, dass diese Kippregeln noch gar mancher constructiven Verbesserung fähig sind und namentlich den in Oesterreich üblichen derlei Instrumenten (Perspectiv-Dioptern), wobei sich die Libelle an der horizontalen Umdrehungsachse des Fernrohres und parallel zu dieser befindet, den Rang nach keiner Richtung hin abzulauen vermögen.

Die Libelle parallel zum Fernrohr — wie Breithaupt es macht, um die Höhenbestimmungen von jedem Divergenz-Winkel zu befreien — hat keinen plausiblen Zweck, wo diese Winkel selbst nur bis auf einzelne Minuten abgelesen werden können; dieß lässt sich mit entsprechender Genauigkeit auch ohne jene Libelle erzielen, wenn nur der Geometer auf die Horizontalstellung seines Messtischblattes einige Sorgfalt verwendet; dagegen erscheint es uns als viel importanter, die Libelle mit der Umdrehungsachse des Fernrohres in Verbindung zu bringen, da nur auf diese Weise die Controle und allfällige Correctur in Beziehung auf die zwei wichtigsten Eigenschaften der Kippregel streng wissenschaftlich, exact und elegant durchgeführt werden kann, zumal wenn man nach Herrn G. Starke's neuestem, die Sache wirklich verbesserndem Vorschlage der Kippregel eine zweite, auf die Umdrehungsachse des Fernrohres frei aufsetz- und abnehmbare Libelle beigibt.

Wir betrachten es nämlich als die wichtigste Anforderung an die Kippregel, dass sie uns immer eine streng verticale Visir-Ebene gebe, mag der Messtisch selbst — worauf sie gesetzt ist — streng horizontal sein oder hiervon mehr oder weniger abweichen. Diese Bedingung kann jedoch nur erfüllt werden, wenn die Libelle mit der horizontalen Umdrehungsachse des Fernrohres in Verbindung steht, zu dieser parallel gestellt ist und also mit derselben gleichzeitig horizontal wird. Ist nun, was sich stets leicht prüfen und eventuell auch berichtigen lässt, die Visirlinie des Fernrohres senkrecht zu der horizontal gestellten Umdrehungsachse desselben, so hat man immer, und zwar ganz unabhängig von der Stellung der Unterlage (Messtischblatt) eine verticale Visir- (Projections) Ebene und kann sofort mit gleicher Sicherheit sowohl Objecte im als auch weit über oder unter dem Horizonte anvisiren.

Wir können überhaupt die Bemerkung nicht unterdrücken, dass wir die Anwendung der Kippregel zum Distanz- und gar zum Höhenmessen bei topographischen Aufnahmen für nicht ganz gerechtfertigt halten, und dass es uns nicht wenig befremdet, dass man sich in Deutschland mit der Kippregel — und sei es auch die neueste, verbesserte Breithaupt'sche — noch zu Arbeiten abgibt, für die sie nicht mehr ausreicht und für die sie eigentlich wohl auch gar nicht bestimmt ist.

Wir österreichische Geometer würden uns wohl sammt und sonders sträuben, wenn auch nicht gerade Distanzen, so doch gewiss Höhen mittelst der Kippregel zu messen; sondern wir greifen in allen solchen Fällen nach einem Nivellir-Instrumente nach Patent Stampfer-Starke, welches, mit Verständnis gebraucht, Distanzen und Höhenunterschiede oder wenn man will auch Höhenwinkel bis zu einer gewissen Grenze) mit einer sonst nicht erreichbaren Schärfe gibt. Der, von in die Sache zu wenig Eingeweihten so häufig als Nachtheil hervorgehobene Umstand, dass das Stampfer'sche Instrument nur Rechnungs-Daten liefert, ist wohl nur ein scheinbarer Nachtheil. Der gewandte Rechner führt derlei Rechnungen im Fluge aus und die Resultate, die er erhält, sind — und das ist eben die Hauptsache — exact und haben also einen Wert. Und so bekennen wir uns denn auch im vorliegenden Falle aus vollster Ueberzeugung zu dem Ausspruche: „Das Bessere ist der Feind des Guten.“

Wien.

J. Höltschl.

Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, deren Wahl, Verhalten und zweckmäßige Verwendung.

Ein Handbuch für den Unterricht und für das Selbststudium, bearbeitet von Rudolf Gottgetreu, Architekt und o. Professor an der polytechn. Schule in München. Erste Lieferung: Die Hauptmaterialien. Berlin 1869, Verlag von Julius Springer.

Die erste Lieferung dieses Werkes, welches sich sowohl durch eine fassliche Darstellung, als auch durch eine gefällige Ausstattung empfiehlt, bringt eine allgemeine Ueberschau der Gesteine, in Hinsicht ihres geologischen Vorkommens, ihrer physikalischen Eigenschaften, mit Versuchsergebnissen über deren absolute und relative Festigkeit, mit geschichtlichen Notizen über ihre Verwendung bei alten und neueren Bauten, nebst anderen interessanten Nebenbemerkungen.

So wie in den meisten mineralogischen Schriften, so wird auch in dem bezüglichen Theile der vorliegenden Abhandlung der chemischen Zusammensetzung der Mineralien möglichst aus dem Wege gegangen.

Die Lehre von den Bausteinen und den dazu gehörigen Bindemitteln wird ihre Vollendung erst dann erlangen, wenn sie als ein Zweig der Chemie, als die Chemie der Baumaterialien in ihrer Totalität aufgefasst und behandelt werden wird.

Aufs Einzelne übergehend, wird als Ursache der Mauerkrankheit (Mauerfraß) der Kochsalzgehalt der Dammerde angegeben, welches Salz, in Berührung mit dem kohleisuren Kalk lösliche hygroscopische Salze bildend, das Mauerwerk nässt und erweicht und die erweichten Stellen dem Abfrieren preisgibt.

Der chemische Process, welcher Anlass zum Mauerfraß gibt, ist in Wirklichkeit in vielen Fällen anderer Art: Die organischen Reste, welche z. B. in der Dammerde in unmittelbarer Nähe der Grundmauern chemisch zersetzt werden, entwickeln Ammoniakgas, welches die Eigenschaft hat, bei Berührung mit Kalk und feuchter Luft sich in Salpetersäure zu verwandeln, welche letztere den Kalk des Mauerwerks auflöst und nach und nach abfließen macht. Dieser gelöste salpetersaure Kalk wird durch die faulenden organischen Reste neuerdings in Ammoniak zerlegt und dieses ist die Quelle der unaufhörlich fortschreitenden Zerstörung der Mauer.

In der Beschreibung von der Gewinnung der natürlichen Steine und deren Bearbeitung bietet der Verfasser eine Auswahl reichen Stoffes und ebenso in der Behandlung der künstlichen Steine.

Die Schlussbetrachtung über die Leistungen der Ziegelmaschinen, sowie auch die Darstellung der ganzen Ziegelindustrie verräth die gewiegte Feder eines durchwegs sachverständigen Fachmannes, welcher keine Mühe scheut, das vorhandene reiche Material in den engen Rahmen eines Handbuches zusammenzufassen, wodurch dem Unterrichte und dem Selbststudium der beste Dienst geleistet wird.

Wien, October 1868.

A. Schefezik.

Die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Technik, für polytechnische Schulen, Bauakademien, Ingenieure, Maschinenbauer, Architekten etc. von Dr. E. Winkler, ord. Professor der Ingenieurbaukunde am Polytechnikum in Prag. 1868, Prag bei Dominicus.

Nachdem ich den ersten Theil dieses gediegenen Werkes bereits im 10. Hefte des vorigjährigen Jahrganges besprochen und durch zahlreiche Citate nachgewiesen habe, dass er bedeutend viele, größtentheils practisch brauchbare Erweiterungen der Elasticitäts- und Festigkeitslehre enthält, so halte ich es für meine Pflicht, der Vollständigkeit halber, auch den 2. resp. letzten Theil des genannten Werkes, welcher mit dem 12. Bogen beginnt, zu recensiren, und namentlich wieder jene Partien hervorzuheben, welche entweder Neues bieten oder sich durch originelle Behandlungsweise des Stoffes auszeichnen.

Es wird zunächst im VI. Abschnitt der geometrische Ort genau bestimmt, in welchem der durch Biegung deformirte Balken (mit rechteckigem Querschnitte) das Maximum der Hauptspannung erfährt, und dadurch die Grundlage zur Bestimmung der Träger von constanter Festigkeit gewonnen. Hierauf wird der elliptische, resp. kreisförmige Querschnitt — jedoch mit Rücksicht auf die Schubspannung T_2 — behandelt, wodurch die resultirenden Formeln merkwürdigerweise bedeutend einfacher werden, als jene waren, die man früher bei Vernachlässigung der Schubspannung erhielt. Auch der ringförmige Querschnitt wurde mit Rücksicht auf die Schubspannung untersucht.

Sehr eingehend werden sodann die Träger mit I förmigem Quer-

schnitte behandelt und die Schubspannungen nicht nur in der verticalen Wand, sondern auch in der horizontalen Rippe vollständig bestimmt und somit durch die letztere Bestimmung eine Erweiterung der bisherigen Berechnungsweise erzielt. Auf Seite 226 wird überdies eine einfachere Formel für das Trägheitsmoment unsymmetrisch I-förmiger Querschnitte abgeleitet, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass sie durch die Lage des Schwerpunktes nicht alterirt wird.

Im VII. Abschnitte wird die genaue Biegungstheorie geradachsiger Stäbe — hauptsächlich nach De Saint Venant — entwickelt, ist jedoch noch vollständiger durchgeführt, als von Clebsch. Als neu ist besonders die Anwendung derselben auf den I-förmigen Querschnitt hervorzuheben.

Der IX. Abschnitt enthält die vollständige Biegungstheorie einfach gekrümmter Stäbe; es wird hierbei die Navier'sche Theorie insofern erweitert, resp. vervollkommt, als auf die Längenänderung der Achse und auf die — wegen der Krümmung — variable Faserlänge, sowohl bei der Bestimmung der Spannung, als auch bei der Bestimmung der Formänderung Rücksicht genommen wird. Durch die zweckmäßige Einführung der sogenannten Kernlinie, Seite 274, werden die Formeln für die Maximal-Spannungen bedeutend einfacher, was für die practische Branchbarkeit von Wesenheit ist.

Unter den Anwendungen dieser Theorie auf verschiedene Querschnittsformen ist besonders jene auf den I-förmigen Querschnitt beachtenswert, indem sie für die Blechbogen-Träger von Wichtigkeit ist.

Durch Einführung des Begriffes der Kämpferdrucklinie und der Kämpferdruck-Umhüllungslinie wird die Behandlung der Bogenträger sehr vereinfacht, indem man bei der Untersuchung von einer einzigen isolirten Last ausgeht — was übrigens bereits von Bresse ausführlich besprochen wurde, nur mit dem Unterschiede, dass Bresse die bezügliche Theorie bloß für constanten Querschnitt durchführte, während Winkler einen variablen Querschnitt voraussetzt, somit die Theorie verallgemeinert.

Ganz neu ist die Theorie der Bogenträger ohne Gelenke mit eingespannten Kämpfern, welche sowohl für den constanten, als auch für den variablen Querschnitt durchgeführt und durch Einführung einer Menge von Tabellen vorthellhaft illustriert ist.

Im 39. Kapitel finden wir eine originelle Untersuchung über den Einfluß der Temperaturänderungen bei Bogenträgern. Nach Seite 369 verhalten sich die Horizontalschübe, welche bei Temperaturänderungen bei Bogen mit 3, 2, 1 und keinem Gelenke entstehen, wie 0:3:8:18; die größten Spannungen, wie 0:3:8:12 und die Verrückungen des Scheitels wie 10:7:12:9.

Es kann demnach der Temperatureinfluß, namentlich bei sehr flachen, schmiedeisernen Bogen ohne Gelenke sehr bedeutend werden.

Neu ist auch die Theorie der ringförmigen Körper, doch ist dieselbe vom Autor bereits früher in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht worden.

Schließlich sei noch bemerkt, dass zur Bräuterung der Berechnung der Bogenträger viele Hilfstabellen dem Werke angereiht und die graphischen Tafeln in der 2. Hälfte des Werkes so gut ausgeführt wurden, dass der Tadel, welcher die der ersten Hälfte zugehörigen Tafeln traf, nun völlig hinwegfällt. So möge denn dieses durch seine Vollständigkeit und Gründlichkeit ausgezeichnete Werk allen Jenen bestens empfohlen werden, die als Bautechniker oder Ingenieure eine genaue Kenntnis der Elasticitäts- und Festigkeitslehre benöthigen.

Prag.

K. v. Ott.

Neue technische Werke.

(Mitgetheilt von Lehmann & Wentzel, Buchhandlung für Technik und Kunst in Wien.)

Baltzer, R., die Elemente der Mathematik. 1. Bd. allgem. Arithmetik, Algebra. 3. Aufl. Leipzig. (2 fl. 52 kr.)

Bergmann, Schule des Zeichners. 4. Aufl., von Mothes. Mit Mappe. Leipzig. (5 fl. 40 kr.)

Defert, Tafeln zur Berechnung rechtwinkliger Coordinaten. Berlin. (4 fl. 5 kr.)

Denkmäler der Kunst, Supplement: Die Kunst der Neuzeit. 23 Tafeln in Folio. Stuttgart. (5 fl. 76 kr.)

Entwürfe ausgeführter Gebäude. 1. Sammlung. Mit 20 Tafeln Folio. Halle. (3 fl. 60 kr.)

Façadenbuch. Sammlung von Façaden neu ausgeführter Wohnhäuser und Original-Entwürfe nebst Grundrissen und Details. 1., 2. Sammlung. 2. Aufl. 4. Leipzig. (à 4 fl. 20 kr.)

Förster, Denkmale deutscher Baukunst. 132. u. 133. Liefg. Fol. Lpz. (à 1 fl. 20 kr.)

Geul, A., die Anlage der Wohngebäude mit besonderer Rücksicht auf das städtische Wohn- und Miethhaus. 1—7. Lfg. 4. Stuttgart. (à 72 kr.)

Gottgetreu, R., physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. 1 Lfg.: Die Hauptmaterialien. Berlin. (4 fl. 20 kr.)

Henz, pract. Anleitung zum Erdbau. 2. Aufl. v. Plessner. Mit Atlas. 4. Berlin. (9 fl.)

Herdte, Flächenverzierungen des Mittelalters und der Renaissance. 1. Abthlg. Fliese. gr. Fol. Stuttgart. (9 fl.)

König, Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken mit besonderer Rücksicht auf die Städteversorgung. Leipzig. (3 fl. 60 kr.)

Kugler, Geschichte der Baukunst. Beendet von Burckhart und Lübke. II. Bd. 3. u. 4. Lfg. Stuttgart. (6 fl. 60 kr.) (Enthält: Lübke, Renaissance in Frankreich.)

Lüdecke, das Rathhaus zu Breslau in seinen äußern und innern Aufrißen und Details. Fol. Berlin. (15 fl. 60 kr.)

Martin, Ornamente der Renaissance. 2. Hft. 4. Halle. (1 fl. 44 kr.)

Promnitz, die Fanglämme, Spundwerke, Rammen und Wasserschöpfmaschinen in ihrer Anwendung bei den Gründungen. Halle. (90 kr.)

Puhlmann, der Wege-, Eisenbahn- und Hochbau, sowie über landwirthschaftliche und gewerbliche Bauanlagen. 1. Thl. Halle. (1 fl. 80 kr.)

Schellen, die Schule der Elementar-Mechanik- und Maschinenlehre. 3. Aufl. 2 Bde. Braunschweig. (5 fl. 40 kr.)

Schreiber, das technische Zeichnen für Architekten, Maler, Techniker etc. 3. Thl. Farbenlehre. Leipzig. (2 fl. 70 kr.)

Schwatlo, C., der innere Ausbau von Privat- und öffentlichen Gebäuden. 6. Hft. Fenster von Holz und Eisen. Fol. Halle. (1 fl. 80 kr.)

Tölzer, oberbayrische Architektur für ländliche Zwecke: Façaden. Grundrisse und Details. 1—8. Heft. Fol. München. (à 1 fl. 80 kr.) (Complet in 12 Heften.)

Winkler, Dr. E., die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Technik. 1. Theil. 2. Hälfte. Prag. (2 fl. 70 kr.)

Winkler, Dr. E. Vorträge über Eisenbahnbau. 2. Heft: Weichen und Kreuzungen. 4^o. Prag. (18 Holzschnitte u. 25 Tafeln. (3 fl.)

Verhandlungen des Vereins.

Sitzungsberichte.

Wochenversammlung am 14. November 1868.

Vorsitzender: Der Vorsteher-Stellvertreter, Herr Architect K. Tietz.

Anwesend: 178 Mitglieder.

Vor Beginn der angekündigten Vorträge sprach Herr Ingenieur F. Bömes einige Worte zu Gunsten des Cementes aus der Portland-Cement-Fabrik in Grodziec.

Die Reihe der Vorträge eröffnete hierauf Herr Oberbaurath und Dombaumeister F. Schmidt mit der Mittheilung sehr interessanter Beobachtungen, die er als Experte über den Bauzustand des Mainzer Domes, und über den Einsturz des nördlichen Thurmes der neubauten Michaelis-Kirche in Breslau machte. Aus diesem, an wichtigen Momenten reichen Vortrage heben wir nur hervor, dass die Gründung des Mainzer Domes aus dem achten Jahrhunderte stammt, dass in Folge wiederholter Brände umfassende Neubauten daran vorgenommen wurden, und dass der Ostchor durch diese Brände am meisten gelitten und durch eine unbegreifliche Schwächung der Widerlager allmählig in einen solchen Zustand gerieth, dass trotz später vorgenommener Verstärkungsbauten, der Zustand ein im höchsten Grade gefährdender wurde. Mit bestem Wissen und Gewissen konnte daher der Redner sein Gutachten nur dahin abgeben, den gothischen Aufbau der Ostkuppel sammt den durch das Feuer angegriffenen romanischen Theilen derselben gänzlich zu beseitigen und in stylgerechter Weise neu aufzuführen. Mit dieser umfassenden Restauration wurde auch bereits begonnen.

Der Thurmeinsturz bei der aus ausgezeichnetem Backstein erbauten Michaelis-Kirche in Breslau wurde durch das Mißverhältnis zwischen dem constructiven Theile und den dabei wirkenden Druckkräften herbeigeführt. Um den südlichen Thurm von einem ähnlichen Schicksal zu bewahren, wurde bei demselben über Antrag des Vortragenden ein vollständiges Verankerungsgesetz in Anwendung gebracht.

Hierauf besprach Herr Ingenieur R. Morstadt einen neuen, sehr verwendbaren Apparat von L. Seyss zum Eintheilen und Controliren von Manometern*).

*) Siehe die kleineren Mittheilungen dieses Heftes, pag. 25.

Schließlich hielt Herr Inspector A. Köstlin folgenden, von der zahlreichen Versammlung mit großem Beifalle aufgenommenen Vortrag:

Geehrte Herren!

Der Bibliothek des Vereins ist ein Werkchen zugewachsen, betitelt: „Das choragische Denkmal des Lysikrates in Athen, nach Theophil Hansen's Restaurationsentwurf, von Professor Dr. Karl von Lützow.“ Mit Holzschnitten und 2 Tafeln in Kupferstich. Leipzig, Verlag von Seemann. 1868.

Durch den Gegenstand und die uns so vertrauten Namen der Verfasser erregt dieß Werkchen unsere Aufmerksamkeit; es fesselt dieselbe und erweckt lebhaftes Interesse, denn wir werden an Etwas uns nahe Berührendes erinnert, woraus andere Völker und andere Menschen längst riesiges Kapital, worüber sie jedenfalls viel Lärm geschlagen hätten: an die von Einem der Unsern in vieljährigem Studium an Ort und Stelle gesammelten, bisher leider zum großen Theil in Kopf und Mappe verborgenen Schätze der wertvollsten Originalanschauungen und Original-Aufnahmen atheniensischer Baudenkmale. Dieses Werkchen stimmt uns endlich freudig-befriedigt und hoffnungsbelebt: ist es doch ein Anlauf, dem Weiteres folgen muß; tritt es doch heitern Blicks aus der dunklen Stelle heraus, unter welcher wir auf der nach Zahl der Publicationen künstlerischen Gebiets abgetönten Länderkarte außer Oesterreich bis nun zu suchen hatten; heiter und einschmeichelnd, mit dem unserm Tagesgeschmack mundgerechtesten *Hors-d'oeuvre* — dem Ausgiebigeren nur bald folgen möge!

Wen, der sich je mit dem Studium der Architektur befaßt, hat es nicht seinerzeit electrirt, als er jenes reizvolle Phantasiestück, das Lysikrateische Monument, kennen lernte, das uns ein gültiges Geschick unter den wenigen Ueberresten aus der Blütezeit der hellenischen Kunst durch die Jahrtausende noch leidlich genug erhalten hat, um uns daran, zur vollen Würdigung des Geistes hellenischer Kunst, zu zeigen, wie wenig dieser in seiner freien Bewegung durch die typischen Formen des Säulen- und Gebälk-Baus beeengt war (ein Vorwurf, der sich wohl manchmal hören läßt, den wir aber beileibe nicht ernst und nur als das Feigenblatt künstlerischen Pygmäenthums zu nehmen haben).

Hat sich der Kunstjünger durch die Tempelformen und ihre architektonischen Entwicklungsperioden, welche weniger die Grunddisposition, als die Detailformen jener Gebäudegattung änderten, hindurchgearbeitet, und hat er in der That vielleicht, Mangels anderer Architekturattungen, von denen beinahe Nichts überliefert ist, mit dem Eindruck zu kämpfen gehabt, dass es der hellenischen Architektur des Tempelbaus an Vielseitigkeit habe fehlen müssen, dass zwar die Architektur des Tempelbaues zu einer staunenswerten Vollendung gelangt sei, dass sich aber eben die ganze Kunst auf ihn und seine Formen restringirt und concentrirt gesehen habe, — siehe! da begegnet seinem verwunderten Auge das von dem beweglichsten Geiste, der freiesten Erfindung, dem reizendsten Formenspiel zeugende Monument des Lysikrates, und lässt ihn ahnen, wie die unendliche Meisterschaft und Feinheit der Formbehandlung doch nicht allein an dem Tempelbau großgezogen wurde, dass vielmehr die tausenderlei Bedürfnisse des Lebens und Kämpfens eines so hochcivilisirten Volkes, wie desjenigen der alten Griechen, die verschiedenartigsten Forderungen an die Phantasie der Künstler haben stellen müssen, und jene Routine und Meisterschaft mit großgezogen haben, die den uns überlieferten Monumentalbauten zu Gute gekommen sind. Der Denkende hat das freilich schon aus der Vollendung der Architekturwerke überhaupt in Conception und Durchführung, aus der unendlich fein entwickelten Formenempfindung, endlich aber aus der unerreicht dastehenden Vollkommenheit der uns überlieferten Figurenplastik entnehmen müssen, was Alles ja geradezu nöthigt, auf ein Kunstleben von der höchsten Schwunghaftigkeit zu schließen.

Dieses herrliche Juwel nun griechischer Kunst, dieses reizende Gassenmonumentchen, das sich, nebenbei gesagt, in seinem Formenreichtume von keinem der uns durch nationale Verwandtschaft so heimlich anmuthenden Sacramentshäuschen oder sonst einem in der Bestimmung als Straßenaufputz ihm ähnlichen Monument à la Spinnerin am Kreuz aus der Zeit unserer ehrsamten Rittersleut — wie man in der Kunstausstellungssprache sagt — todtschlagen ließe, wenn man sie nebeneinander stellte, fordert ordentlich die besten Kunstkkräfte heraus zum Versuch der Ergänzung in die wahrscheinlich ursprüngliche Gesamtgestalt, nachdem die überkommenen Reste, trotz klarer Gesamt-disposition und Bestimmung, noch manche Fragezeichen übrig lassen.

Die tadelloso erhaltene Inschrift, Anlage und Form des Denkmals und andere geschichtliche Ueberlieferungen lassen zwar keinen Zweifel, dass das Denkmal nichts Anderes ist, als der kunstgeschmückte Untersatz, dessen einzige Bestimmung darin bestand, als Bekrönung einen ehernen Dreifuß zu tragen, und zwar speciell jenen, welchen bei den bacchischen Festspielen zu Athen im Jahre 335 vor Chr. Geburt Lysikrates aus Kikynna als Preis eines Wettgesprächs davongetragen hat, den dieser mit einem auf seine Kosten eingeübten Knabenchor siegreich bestanden hatte. Der Sitte gemäß mußte dieser Siegespreis im Betzirk der Gottheit, welcher das Festspiel galt, auf erhabenem Untersatz öffentlich aufgestellt werden. Aber so klar der Unterbau und die Hauptbestimmung ist, so sehr lassen die Reste der Bekrönung der ergänzenden Phantasie noch freies Spiel.

Was von Darstellungen überhaupt und von Ergänzungsentwürfen vorhanden ist, basirt zumeist auf den Aufnahmen der Engländer Stuart

und Revett, und ist Alles nur mehr weniger gelungene Copie jener englischen Leistungen. Originalaufnahmen griechischer Architekturwerke, von der Hand deutscher Architekten, gibt es zumal nur wenige, und um so mehr Interesse muß uns die Originalaufnahme des Lysikrateischen Monumentes durch unsern Theophil Hansen einflößen, als sie auch der neueren, schon vielmehr zum Verständnis vorbereitenden Zeit (1845) angehört, und mit der eingehendsten Gründlichkeit während dreier darauf verwendeter Monate, nach einem vorausgegangenen siebenjährigen, reich mit dem Studium der griechischen Bauüberreste ausgefüllten Aufenthalt in Athen (seit 1838) ausgeführt wurde. Auf diese, in naturgroßen Zeichnungen niedergelegten Aufnahmen basirt der Ergänzungsentwurf Hansens, der in der Gesamtdisposition nur an einer, freilich wesentlichen Stelle von der Stuart'schen Anordnung abweicht, im Detail aber namentlich das tiefere Eindringen in Geist und Formen, und damit einen beachtenswerten Fortschritt bekundet.

Professor Dr. Karl von Lützow hat das Verdienst, mit seiner Monographie die Kunstwelt auf die wertvollen Originalaufnahmen Hansens überhaupt aufmerksam, dessen vortrefflichen Restaurationsentwurf aber durch Publicirung zum Gemeingut gemacht zu haben; Beides bisher ruhiger Alleinbesitz unseres verehrten Mitgliedes! Ja! wir müssen wünschen, dass noch mehr von dem im vieljährigen Aufenthalt von dem begeisterten Forscher gesammelten klassischen Blüthen duft der Mit- und Nachwelt zu Gute komme. Einestheils ist hiefür zur Freude der um die Reinerhaltung des Fachs der antiken Kunst Besorgten vorgesehen durch die Berufung Hansens als Professor an die Akademie, wo nun Gott Lob antike und nationale Kunst gleich gut vertreten sind; anderntheils wünschten die Freunde echter Kunst dem Manne jene würdige Aufgabe zugewiesen, welche die Herausgabe des Edelsten in der Kunst erfordert: die Erbauung der Aufbewahrungsräume unserer Kunstschatze. — Letzteres leider bisher vergebens.

Lützow's eigene Anschauung vom Jahre 1867 ergänzt noch Etwas, was auch zur Zeit Hansens von dem Lysikrates-Monument noch verhüllt war; er berichtet nämlich, dass die, neuester Zeit fortgesetzte Bloßlegung des Fundamentes nunmehr ergeben hat, dass das Monument an einer Böschung, einem von der Straßenebene aufsteigenden Bergabhang gestanden, und dass von den Sockelstufen nur so viel in regelrechter Stufenform gearbeitet war, als nach damaliger Situation gegen die Straße zu, zu Tage gelegen hatte.

Worin nun die Abweichungen von Hansens Restaurationsentwurf gegenüber Stuart und Anderen bestehen, das ist in dem Buche im Detail ausgeführt; ich erwähne davon hier: dass Hansen klar erweist, dass zwischen den auf der Dachfläche aufruhenden Voluten und den darüber schwebenden Armen der Kreuzblume keine Verbindung, etwa durch Delphine wie bei Stuart, bestanden hat; dass Delphine wohl zwischen den drei Armen am Fuße der Kreuzblume angebracht sein konnten, worauf regelrecht eingemeißelte Vertiefungen an jenen Dachstellen etwa hinweisen dürften; dass unter den Armen der Kreuzblume aber, und ohne Verbindung mit denselben, auf den darunter befindlichen Dachvoluten menschliche Figuren gestanden haben mußten; Satyre, zu des Gottes Bacchus Gefolge gehörig, wiewohl letzterem Hansen seinen Platz anweist oben zwischen dem Gestell des Dreifusses als Bekrönung des Ganzen.

Eine zweite Hauptabweichung besteht in dem Detail der Akanthusblätter, die Hansen am Stamme der Kreuzblume sowohl, als an ihrer Bekrönung und den Säulenkapitälern, — hier kleinzackiger und strammer als gewöhnlich, dort nur in halber Ausbildung anordnen zu sollen befunden hat. Den beiden Kelchen der oberen Hälfte des Stammes der Kreuzblume bleibt ihr Charakter als der, bloß vorbereitender und überleitender Formen dadurch strenge bewahrt, und erst mit dem üppigen Wuchs der obersten Blumenkrone beginnt das wirre Spiel der Blätter, Blüten und Ranken, und ebenso leitet die stramme Elasticität der Akanthusblätter aus der Starrheit des Säulenschaftes über auf die geschmeidigeren Voluten, die Haupttheile des Kapitäls der Säule. — Dieser Punkt der Akanthusform wird ausführlich und belehrend von Lützow besprochen, und man erkennt aus den beredten Worten des Dolmetsch, welcher Schatz von Anschauungen, wiewohl eingehende Kenntnis der altgriechischen Bauweise und Kunstform, angesammelt während langjähriger Aufenthaltes auf dem klassischen Boden Griechenlands, in dem nicht gewöhnlichen Manne verborgen liegt, der so gemüthlich unter uns hier lebt, den wir mit Stolz und Freude den unsern nennen, und dem wir in unserem Interesse wünschen müssen, dass er, nachdem er nun einmal an graphischen und typographischen Publicationen keinen Geschmack zu haben scheint, in einer kapitalen Monumentalbau-Aufgabe seine gesammelten Schätze loszulassen gezwungen würde.

Schließlich brachte noch der Vortragende in Anregung, Herrn Oberbaurath Theophil Ritter v. Hansen, der in der Versammlung ankrates-Monumentes in der nächsten Vereinsversammlung auszustellen, was von diesem auch bereitwilligst zugesagt wurde.

Wochenversammlung am 21. November 1868.

Vorsitzender: Herr Ministerialrath R. von Rittinger*).

Anwesend: 212 Mitglieder.

Der Vorsitzende bringt zuerst durch den Vereins-Secretär folgendes, von Herrn F. Bömches an den Vereins-Vorsteher eingelangte Schreiben zur Kenntnis der Versammlung:

Hochgeehrter Herr Präsident!

In Folge eines unerklärlichen Mißverständnisses scheinen die von mir in der letzten Wochenversammlung gemachten Mittheilungen über den Grodzicner Cement bei einem großen Theile der Vereins-Mitglieder zu dem Glauben Veranlassung gegeben zu haben, ich wolle für das aus Russisch-Polen stammende Bindemittel Propaganda machen.

Um den sichersten Beweis von dem Gegentheile zu geben, stehe ich sogar von dem mir zukommenden Rechte ab, die interessanten Resultate der von der österreichischen Staatsbahn gemachten Festigkeitsproben, so wie die von dem beideten Gerichts-Chemiker Herrn Klezinski gemachte Analyse in der Zeitschrift des Vereins zu veröffentlichen, so wie ich es am 14. d. M. in der Sitzung versprochen hatte.

Diese meine Erklärung wird genügend sein, um jede falsche Auslegung meiner Bemerkungen über das Grodzicner Fabrikat ferne zu halten, und bitte ich daher, hochgeehrter Herr Präsident, in der nächsten Versammlung den Inhalt obiger Zeilen zur Kenntnis des geehrten Vereines zu bringen, da ich nur ungern in dieser Angelegenheit nochmals das Wort ergreifen möchte.

Mit hochachtungsvoller Ergebenheit zeichnet

F. Bömches, m. p.
Ingenieur der Südbahn.

Wien, am 17. November 1868.

Hierauf theilt Herr Prof. Dr. Sondorfer die wichtigsten Beschlüsse und Arbeiten der vom 1. bis 4. September 1868 in Hamburg stattgefundenen XV. Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure mit, und entwirft dann mit wenigen Worten ein Bild des äußerst reichhaltigen Programms, welches das Localcomité aufstellte und auch streng zur Ausführung brachte. Eine eingehende Mittheilung über den XV. deutschen Architektentag wird derselbe in der Vereins-Zeitschrift**) publiciren.

Herr Oberbaurath v. Hansen besprach die von ihm heute ausgestellten Originalpläne des Lysikrates-Monumentes, welche bereits in der vorigen Wochenversammlung von Herrn Inspector Köstlin eingehend gewürdigt, und in Folge der damals gemachten Anregung heute von Hansen eben ausgestellt wurden. Der Vortragende setzte in Kürze die Momente auseinander, welche für ihn bei dem Restaurationsentwurf für dieses Monument maßgebend waren, und ging dann über zur Besprechung der ebenfalls heute von ihm ausgestellten Pläne für das gerade im Bau begriffene Epstein'sche Palais. Dasselbe wird auf der Ringstraße, gegenüber dem Volksgarten, erbaut.

Schließlich erklärte Herr General-Inspector W. Bender die von dem Maschinendirector Herrn Krauss in München erfundene und construirte Repressionsbremse. Wir werden diesen Vortrag im nächsten Hefte unter der Rubrik „kleinere Mittheilungen“ bringen.

Wochenversammlung am 28. November 1868.

Vorsitzender: Der Vereins-Vorsteher Herr Regierungsrath Ritter von Engerth.

Anwesend: 175 Mitglieder.

Bei Beginn der Sitzung widmete der Vorsitzende dem dahin gediehenen Bürgermeister der Stadt Wien, Herrn Dr. Andreas Zelinka, einen warmen kurzen Nachruf, und forderte die Versammlung auf, durch Erheben von den Sitzen ihr Beileid kund zu geben. Deßgleichen gedachte der Vorsitzende des auch vor wenigen Tagen verstorbenen Vereins-Mitgliedes und k. k. Ober-Inspectors, Herrn Friedrich Schirch, hervorhebend, dass derselbe eines der ältesten Vereins-Mitglieder gewesen sei. Die Versammlung gibt ebenfalls durch Aufstehen von den Sitzen ihr Beileid kund.

Hierauf ergreift der Vereins-Vorsteher-Stellvertreter, Herr Architect Karl Tietz das Wort, um dem Vorsitzenden, Herrn Regierungsrath von Engerth, den Dank des Vereines auszusprechen für die Verdienste, die derselbe sich um die endgiltige Lösung der so wichtigen Donauregulirungsfrage erworb. Herr Tietz gibt eine kurze historische Entwicklung dieser Frage, kommt dann auf die 1866er Commission zu sprechen, hebt das Majoritätsvotum hervor, und erwähnt nun des großen Antheiles, welcher Herrn Regierungsrath von Engerth als

*) Der Vereinsvorsteher und Vorsteher-Stellvertreter waren Beide durch Krankheit verhindert, in der heutigen Versammlung zu erscheinen.

**) Dieselbe wird, womöglich, bereits in der nächsten Nummer erscheinen.

Die Red.

Berichterstatter der Commission an der glücklichen Lösung dieser so wichtigen Frage gebühre, und wie sich deshalb der Verein verpflichtet fühle, seinem Präsidenten dafür den entsprechenden Dank zu votiren. Herr Regierungsrath von Engerth erwidert, dass er von dieser Kundgebung sehr überrascht, noch mehr aber erfreut sei, denn die Anerkennung von Seite seiner Fachgenossen sei eben der größte Lohn. Die Arbeit, die er als Berichterstatter der Donauregulirungs-Commission gehabt habe, sei allerdings eine ziemlich mühevoll gewesen; allein sie würde nie und nimmermehr hinreichend sein, um dafür eine solche ihm eben gewordene Anerkennung beanspruchen zu können. Er sehe daher in dieser Anerkennung von Seite des Vereines gleichzeitig die Zustimmung zur Art der Lösung dieser Frage, und diese werde ihn daher auch in Zukunft ermutigen, dieser Frage nicht nur seine unausgesetzte Aufmerksamkeit zuzuwenden, sondern, wenn es gewünscht werden sollte, auch all seine Kraft derselben wieder zu widmen. Se. Majestät habe bekanntlich die Anträge der Commission genehmigt, die finanziellen Mittel sind ebenfalls, wenigstens schon zu zwei Dritttheilen, auch votirt, die Arbeiten werden daher, nach der Versicherung des Herrn Ministers Dr. Giskra, im nächsten Frühjahr unverweilt beginnen.

Die Reihe der wissenschaftlichen Vorträge eröffnete heute Herr Ober-Inspector W. Flattich. Derselbe erklärte die von ihm entworfenen und ausgestellten Pläne zum Umbau des Südbahnhofes. Die jetzige Halle enthält nur vier Geleise; nun sind aber fünf nothwendig; außerdem bestehen jetzt noch die Uebelstände bezüglich der Austheilung des Gepäckes. Der Umbau ist also eine dringende Nothwendigkeit. Der Vortragende erläuterte die verschiedenen Projecte, die er der Direction vorgeschlagen, und erklärt dann jenes, welches endgiltig angenommen wurde. Der Umbau wird stückweise vorgenommen werden, und zwar so, dass dadurch der Verkehr nicht im Geringsten gestört werden wird.

Hierauf besprach Herr Maschinendirector Krauss aus München, der heute als Gast anwesend ist, seine Repressionsbremse, und suchte die in der vorigen Wochenversammlung vom Herrn General-Inspector W. Bender erhobenen Bedenken zu entkräften. Derselbe bespricht zuerst die gewöhnlichen Backenbremsen und deren Unzulänglichkeit, geht dann über auf die Bremse von Lechatelier, und erklärt hierauf in Kürze das Princip seiner Repressionsbremse, welche bereits an zwölf Locomotiven thätig ist, dieselbe schließlich den Eisenbahntechnikern empfehlend.

Zum Schlusse theilte Herr Steinmetzmeister Sederl eine von ihm aufgestellte practische Formel zur Construction von Treppen mit. Derselbe zeigt, dass die gewöhnlich angewendeten Formeln

$$b + h = 18''$$

$$2h + b = 24'',$$

worin b die Breite und h die Höhe der Stufen bedeutet, nicht genügend seien, und behauptet, dass die Formel

$$b + bhf + hf = 27,$$

in welcher f einen constanten Coefficienten bezeichnet, nach seiner Erfahrung allen Anforderungen genüge leiste. Hiebei habe er die Länge des horizontalen Schrittes mit 27 Zoll, die Höhe des verticalen mit $7\frac{1}{2}$ Zoll angenommen — Zahlen, welche durch die Erfahrung hinlänglich bestätigt seien.

Notiz.

(Neue Wiener Bauordnung.) Die vom n. 8. Landtage in seiner dießjährigen Session beschlossene Bauordnung für die Hauptstadt und Residenzstadt Wien wurde am 2. December 1868 von Sr. Majestät sanctionirt. Der Entwurf zu dieser Bauordnung hat bekanntlich die verschiedensten Stadien durchgemacht. Im Jahre 1865 wurde bereits ein Entwurf einer neuen Bauordnung vom österr. Ingenieur- und Architekten-Verein verfaßt und durch Vereinsbeschluß vom 9. December 1865 dem Wiener Gemeinderathe überreicht; aber erst Anfangs 1868 legte die Bausection ihr eigenes Elaborat dem Gemeinderathe vor. Dieses wich jedoch von dem des Ingenieur-Vereines bedeutend ab, in Folge dessen Herr Architect Tietz in der Versammlung am 15. Februar 1868 den Antrag stellte, diesen von der Bausection des Gemeinderathes herrührenden Entwurf einer neuen Prüfung zu unterziehen. In Folge dieses Antrages wurde ein Comité bestellt, welches folgende Beschlüsse faßte: Der vom Ingenieur-Verein genehmigte Entwurf ist jenem vorzuziehen, welcher der Bausection des Gemeinderathes vorliegt, und der von der Wiener Handels- und Gewerbekammer verfaßte Anhang zur Wiener Bauordnung, Industriebauten betreffend, ist mit wenigen unwesentlichen Änderungen zur Annahme zu empfehlen. (Siehe den Bericht dieses Comité's im III. und IV. Hefte, 1868, pag. 57 der Vereinszeitschrift.)

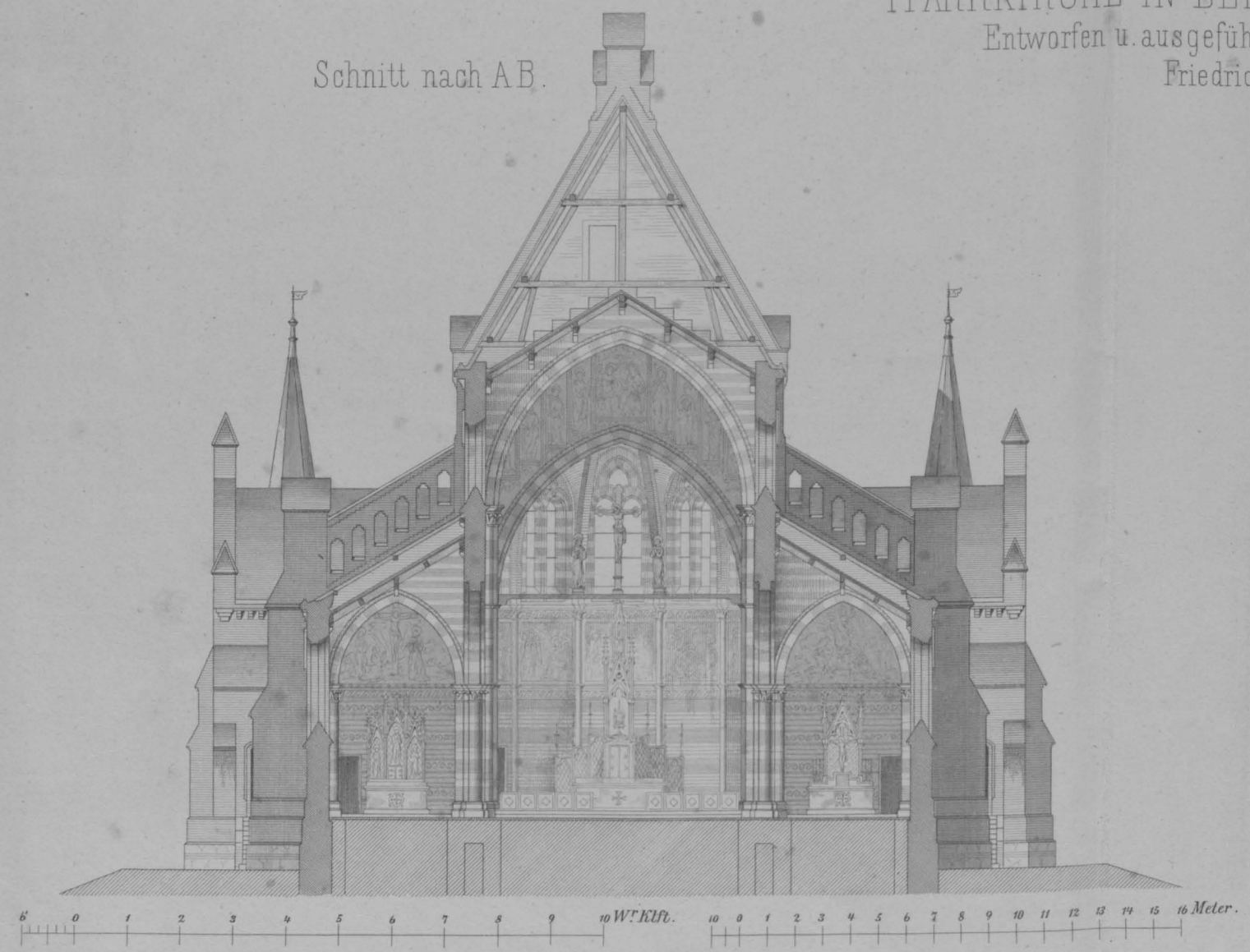
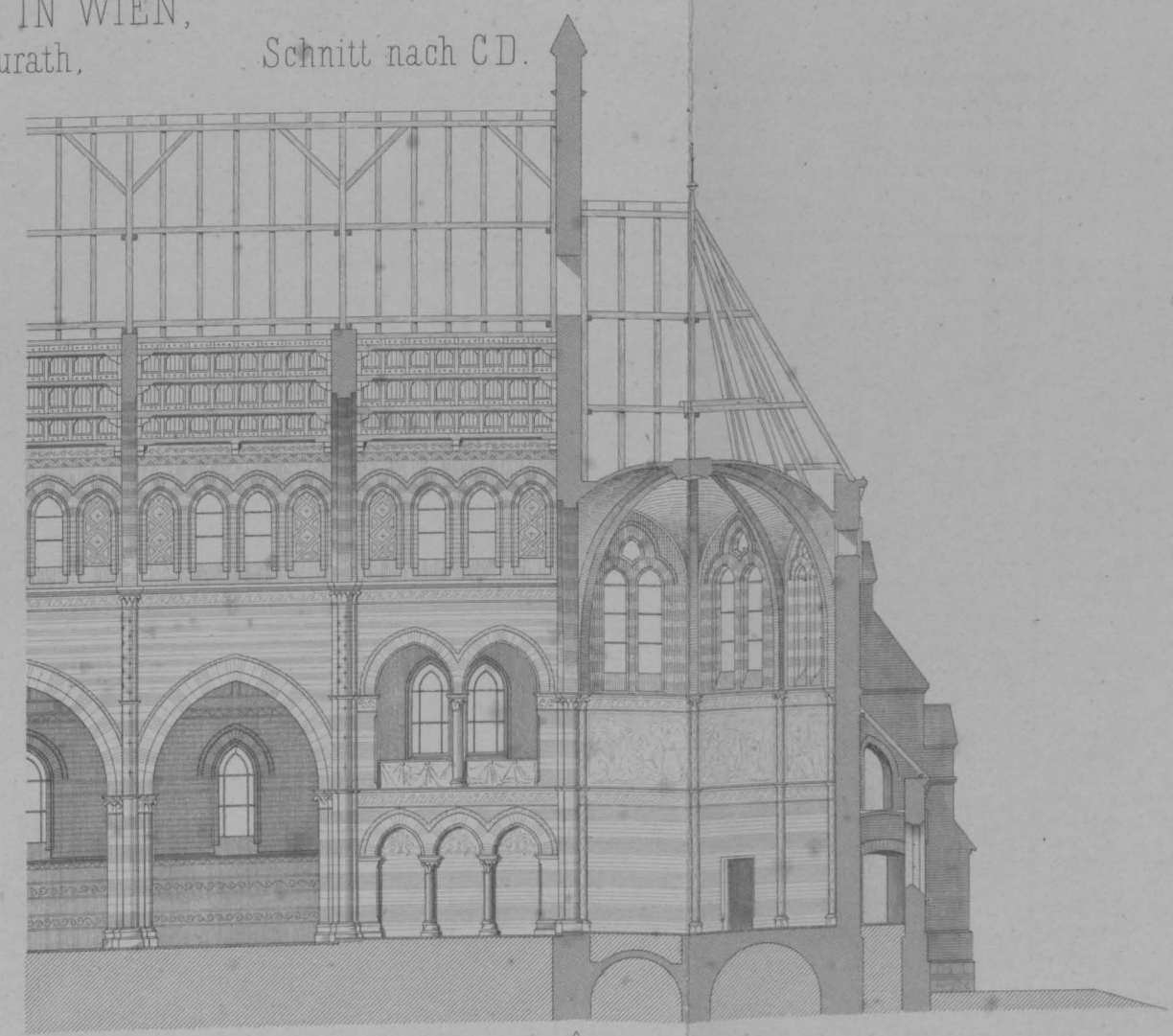
Diese Bemühungen des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines sind nun durch den schönsten Erfolg gekrönt worden, indem die jüngst sanctionirte neue Bauordnung mit wenigen Ausnahmen die vom Vereine vorgeschlagenen Normen enthält. Wir werden auf dieselbe noch eingehender zurückkommen.

PFARRKIRCHE IN DER BRIGITTENAU IN WIEN,

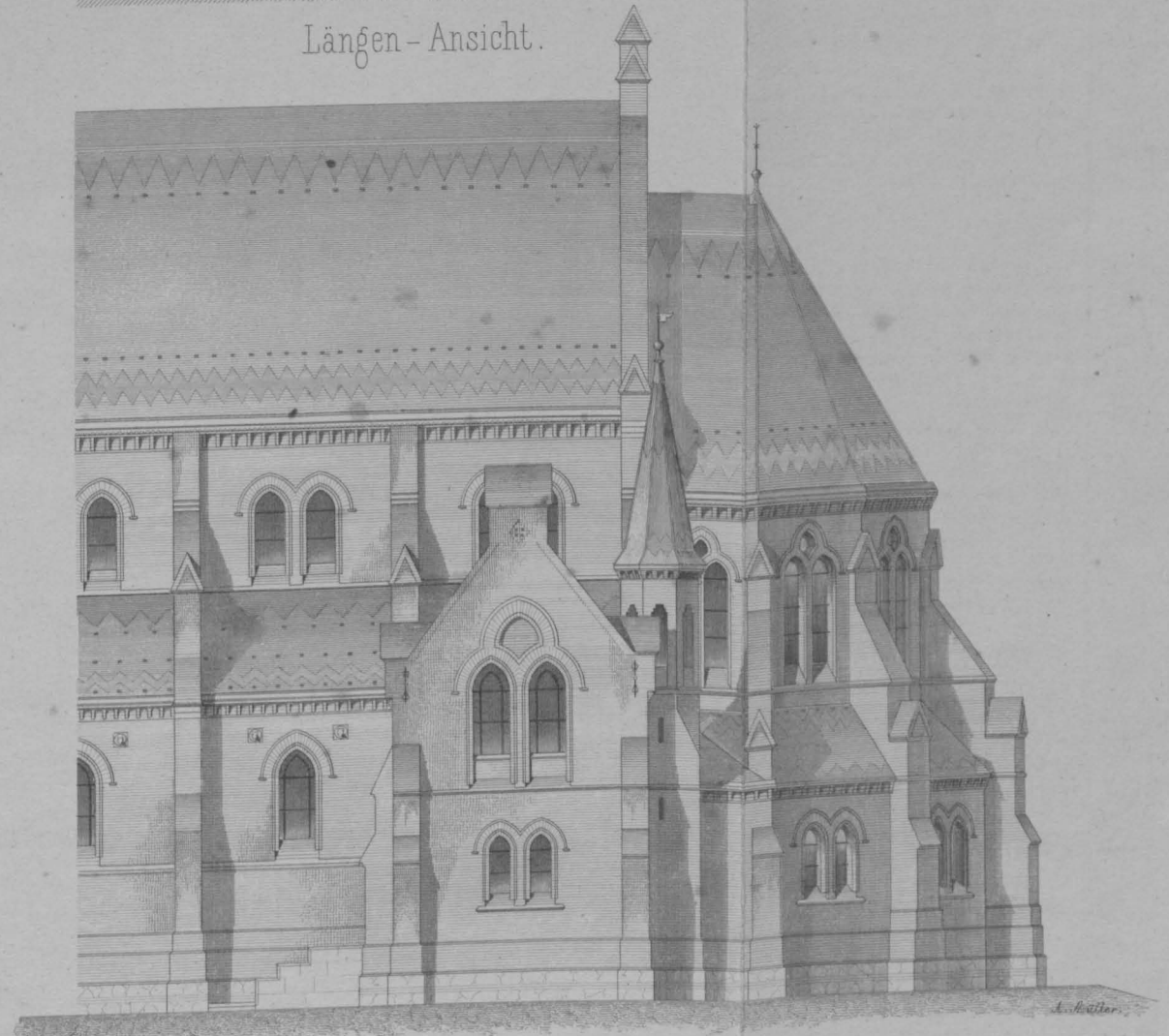
Entworfen u. ausgeführt vom k.k. Ober-Baurath,
Friedrich Schmidt.

Schnitt nach C.D.

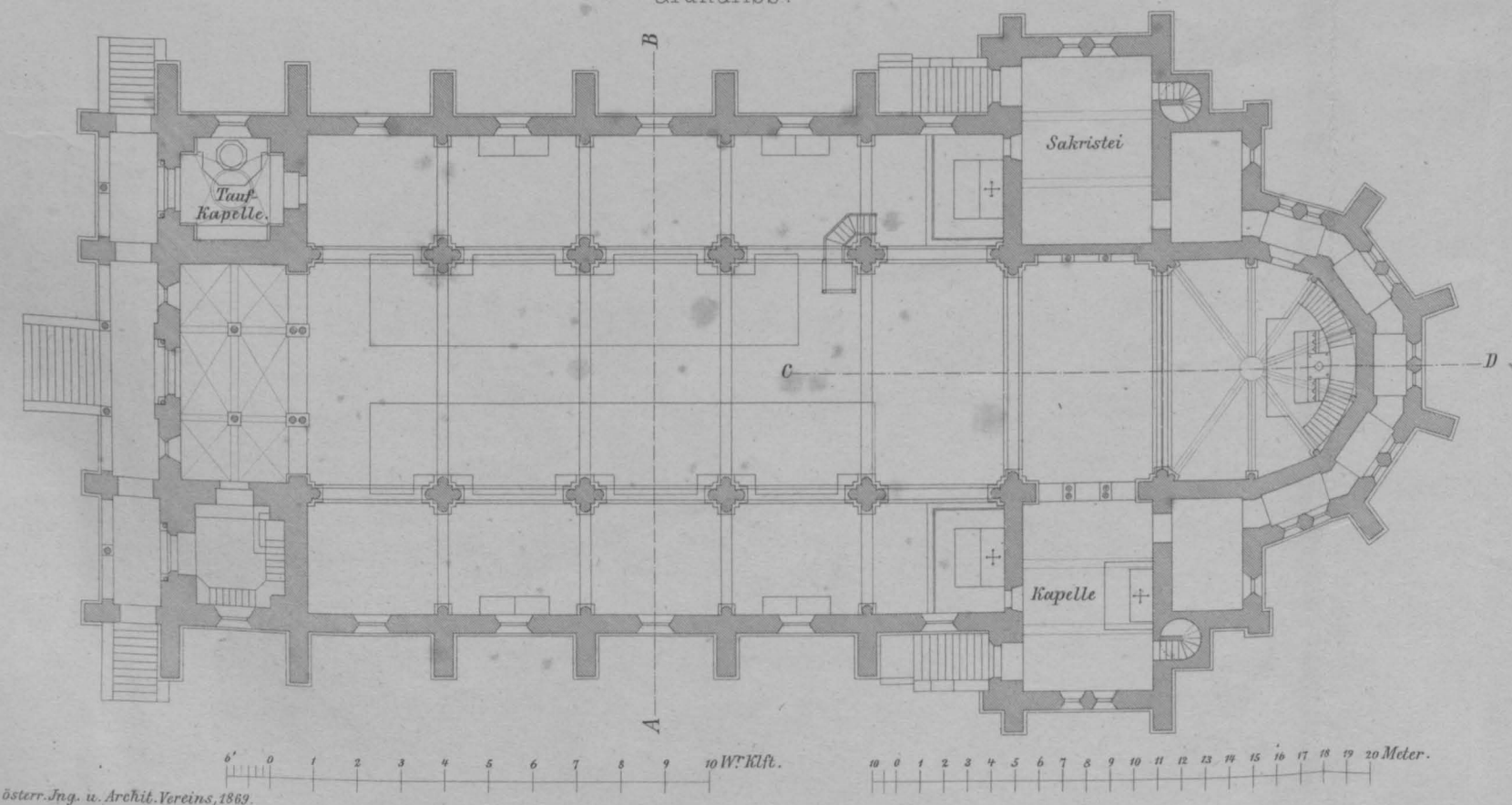
Schnitt nach A.B.



Längen-Ansicht.



Grundriss.



SIEDEROHR-WERKSTÄTTE DER A.P. K. FERDINANDS-NORDBAHN AM BAHNHOFE IN WIEN.

Beiztroß.

Grundriss.
Fig. 14. $\frac{1}{144}$ nat. Gr.

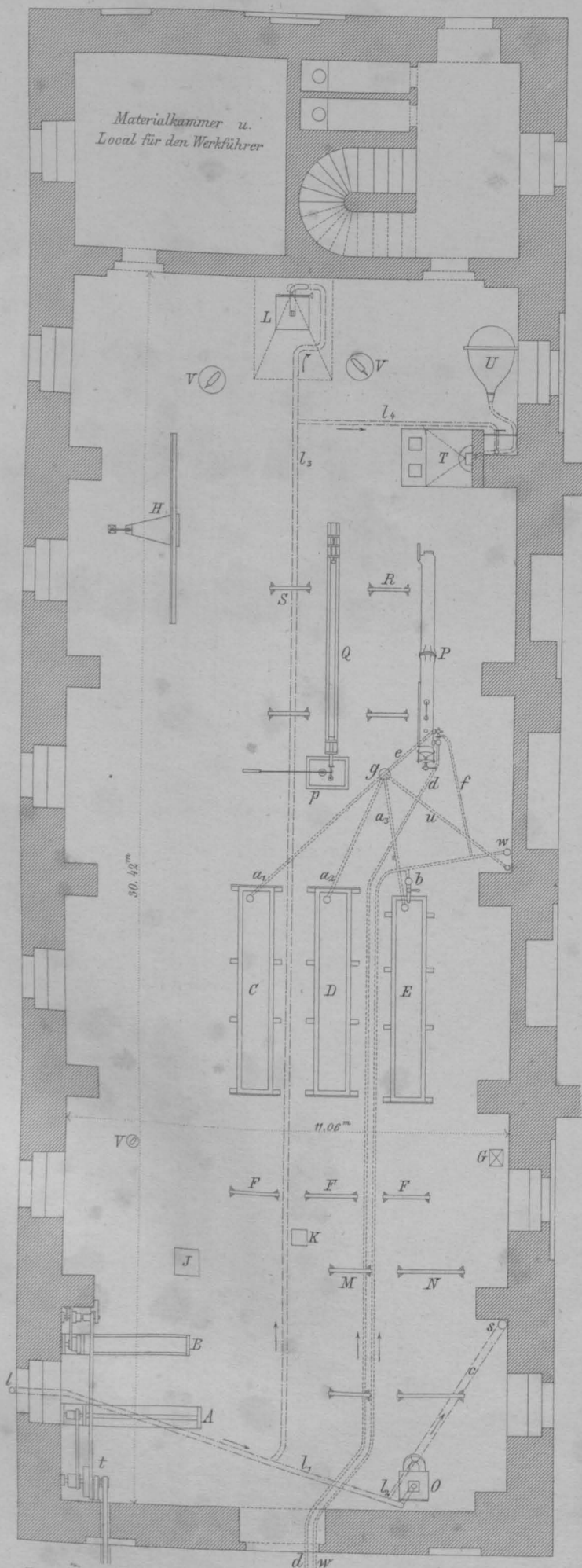


Fig. 1. $\frac{1}{24}$ nat. Gr.
5.124^m

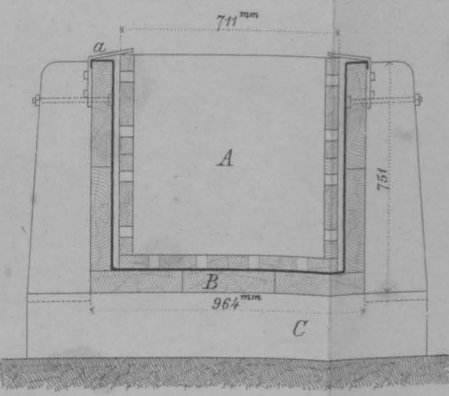
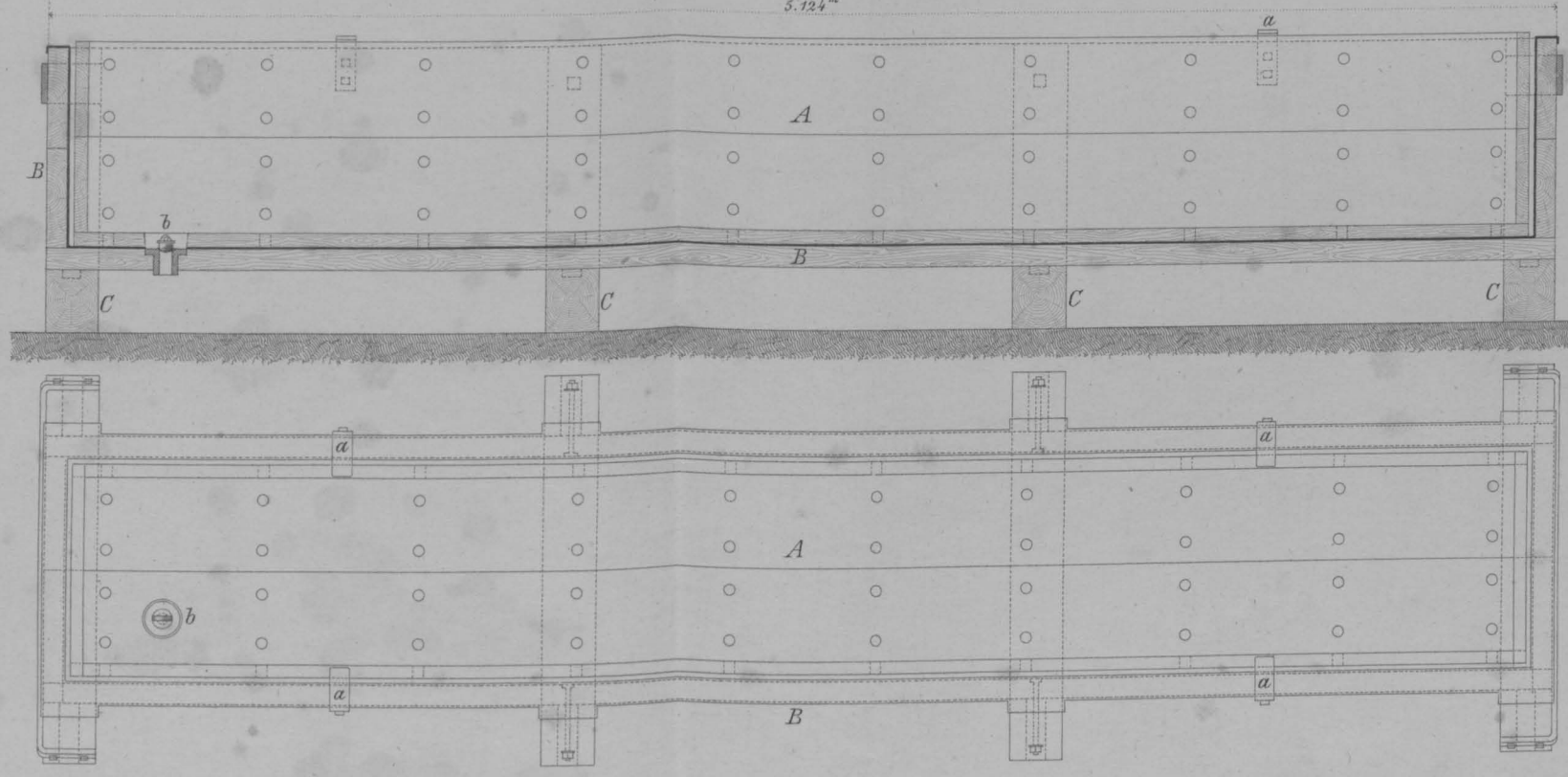


Fig. 2. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.

Fig. 13. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.

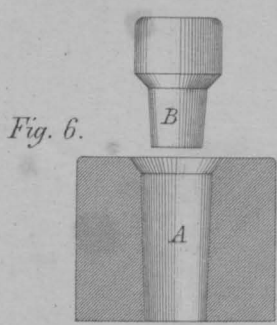
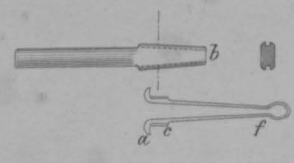


Fig. 7.

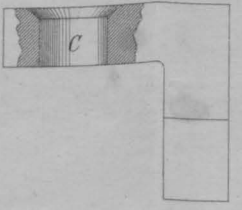


Fig. 8.



Fig. 9.

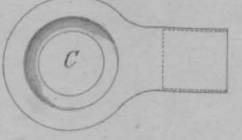


Fig. 10. $\frac{1}{8}$ nat. Gr.

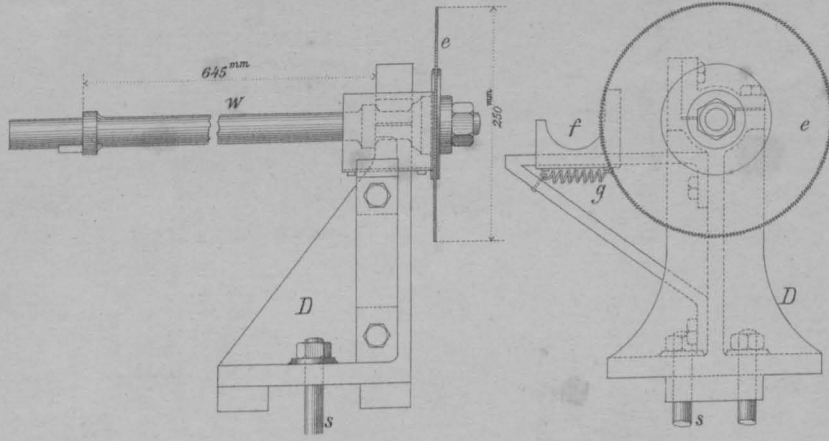


Fig. 3.

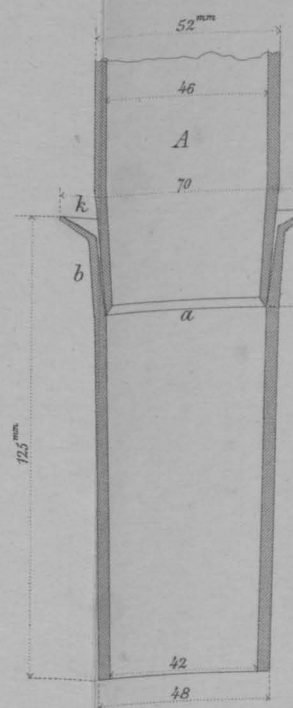
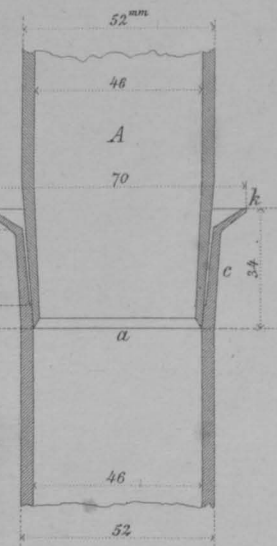
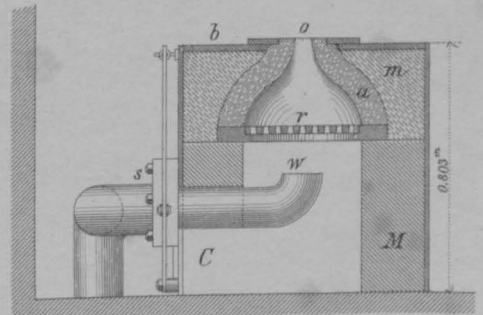


Fig. 4.



$\frac{1}{2}$ nat. Gr.

Fig. 5. $\frac{1}{24}$ nat. Gr.



Rohrprobir-Apparat.

Fig. 11. $\frac{1}{24}$ nat. Gr.

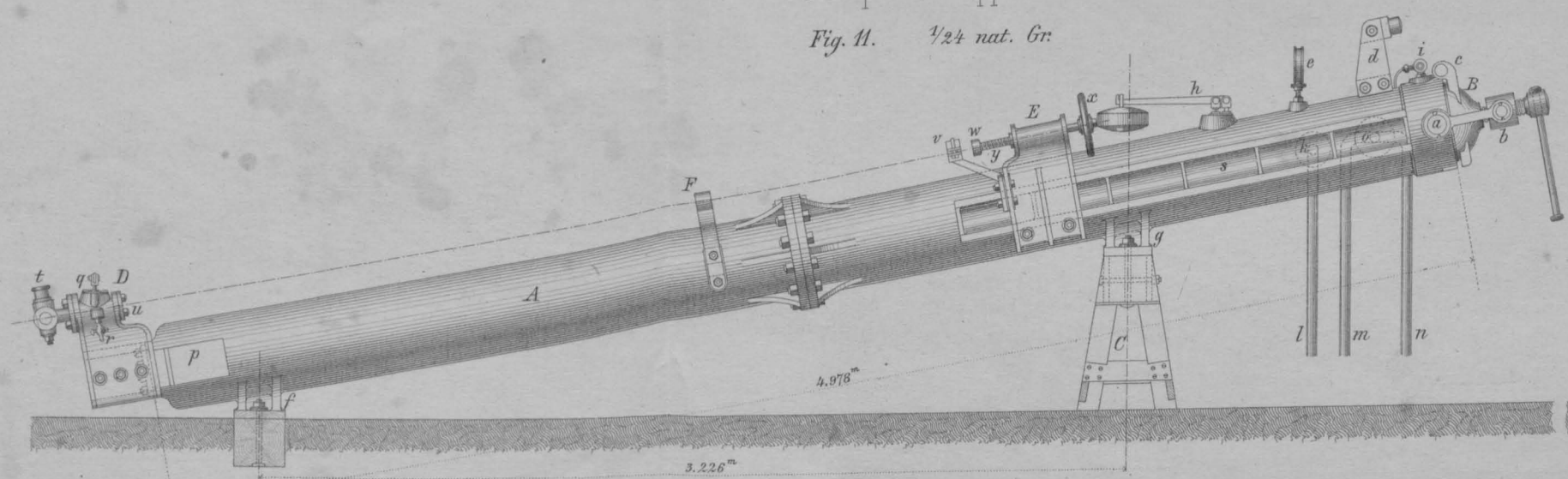
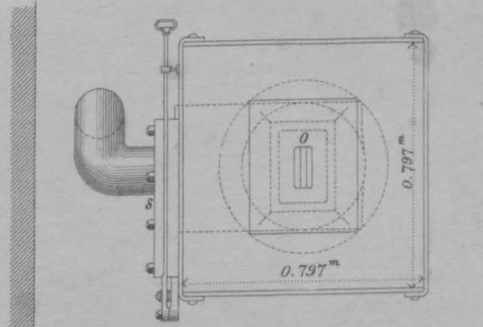
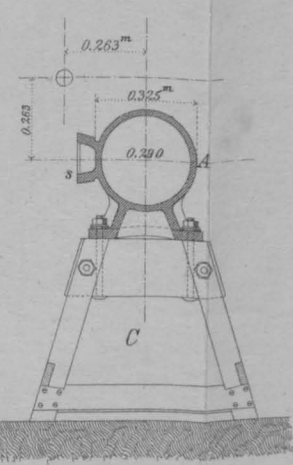


Fig. 12.



SIEDEROHR-WERKSTÄTTE DER A.P. K. FERDINANDS-NORDBAHN AM BAHNHOFE IN WIEN.

Siederohr-Fraismaschine.

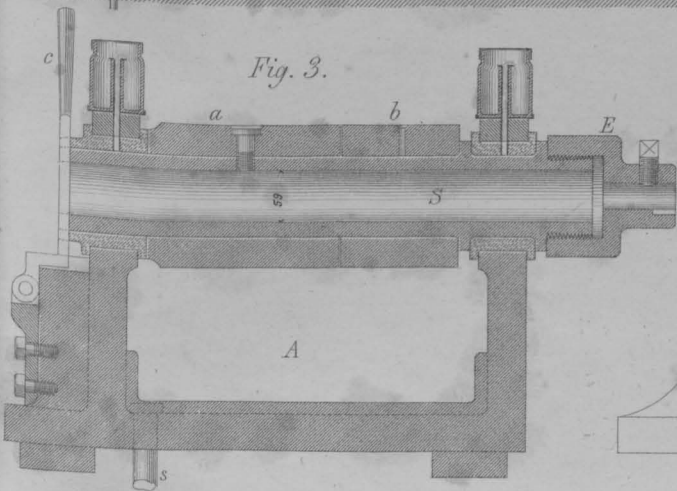
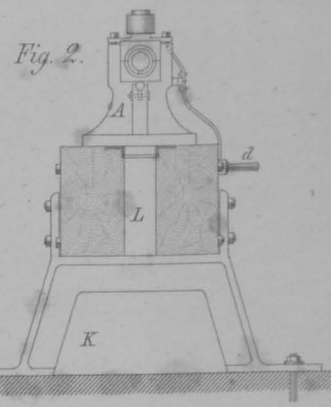
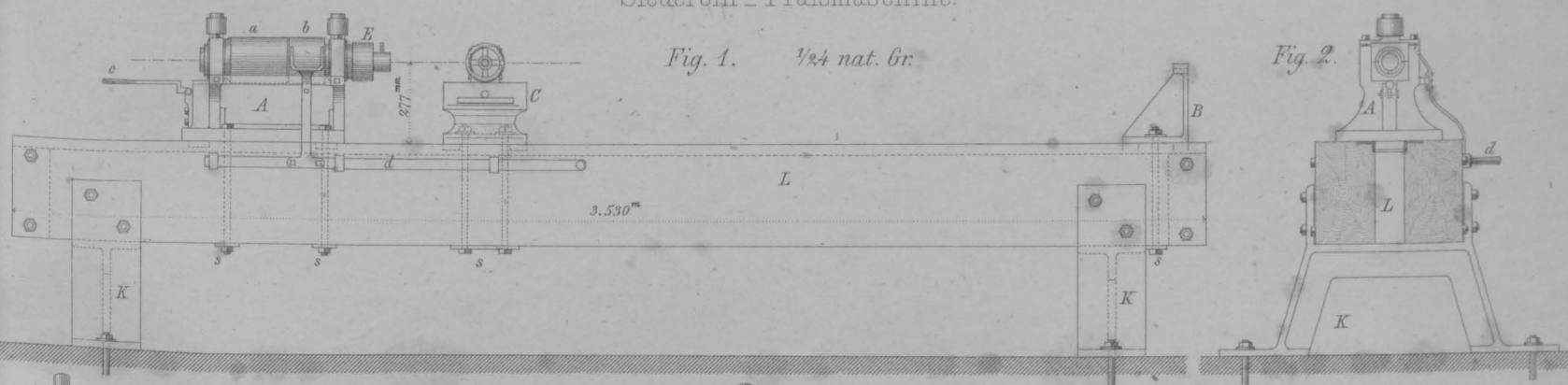


Fig. 1. $\frac{1}{24}$ nat. Gr.

Details.
 $\frac{1}{8}$ nat. Gr.

Fig. 4.

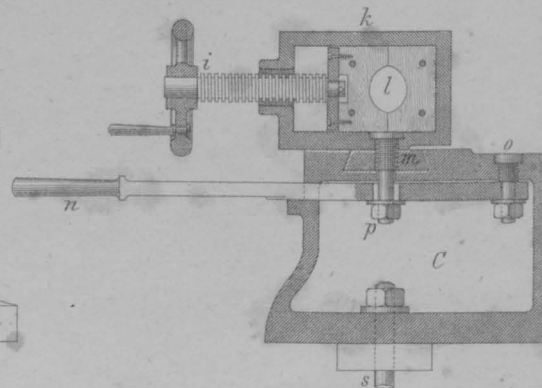


Fig. 7. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.

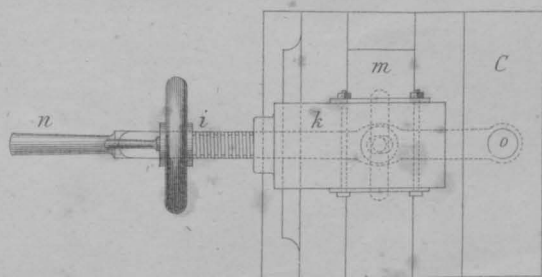
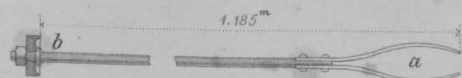


Fig. 9. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.

Löth-Ofen.

Fig. 8. $\frac{1}{24}$ nat. Gr.

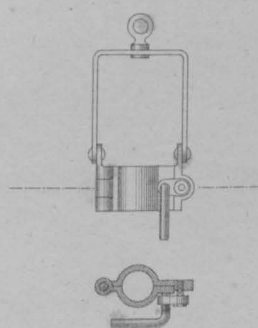
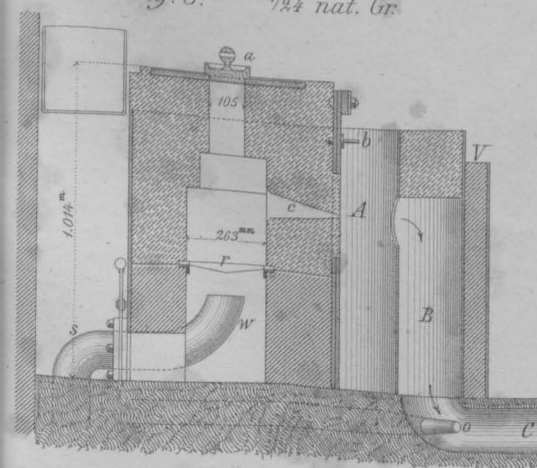


Fig. 10. $\frac{1}{12}$ nat. Gr.

Frais-Köpfe

$\frac{1}{6}$ nat. Gr.

Fig. 11.

Fig. 5.

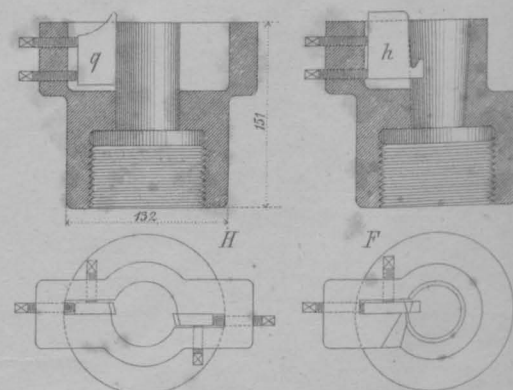
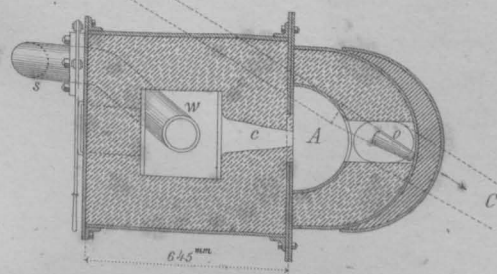
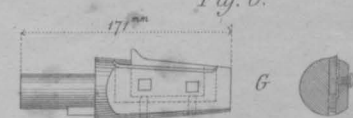


Fig. 6.



CURVEN DER WERTE c

in der allgemeinen Formel

$$v = c \sqrt{RJ}$$

(1) nach der Form: $c = \sqrt{\frac{a}{1 + \frac{b}{R}}}$;

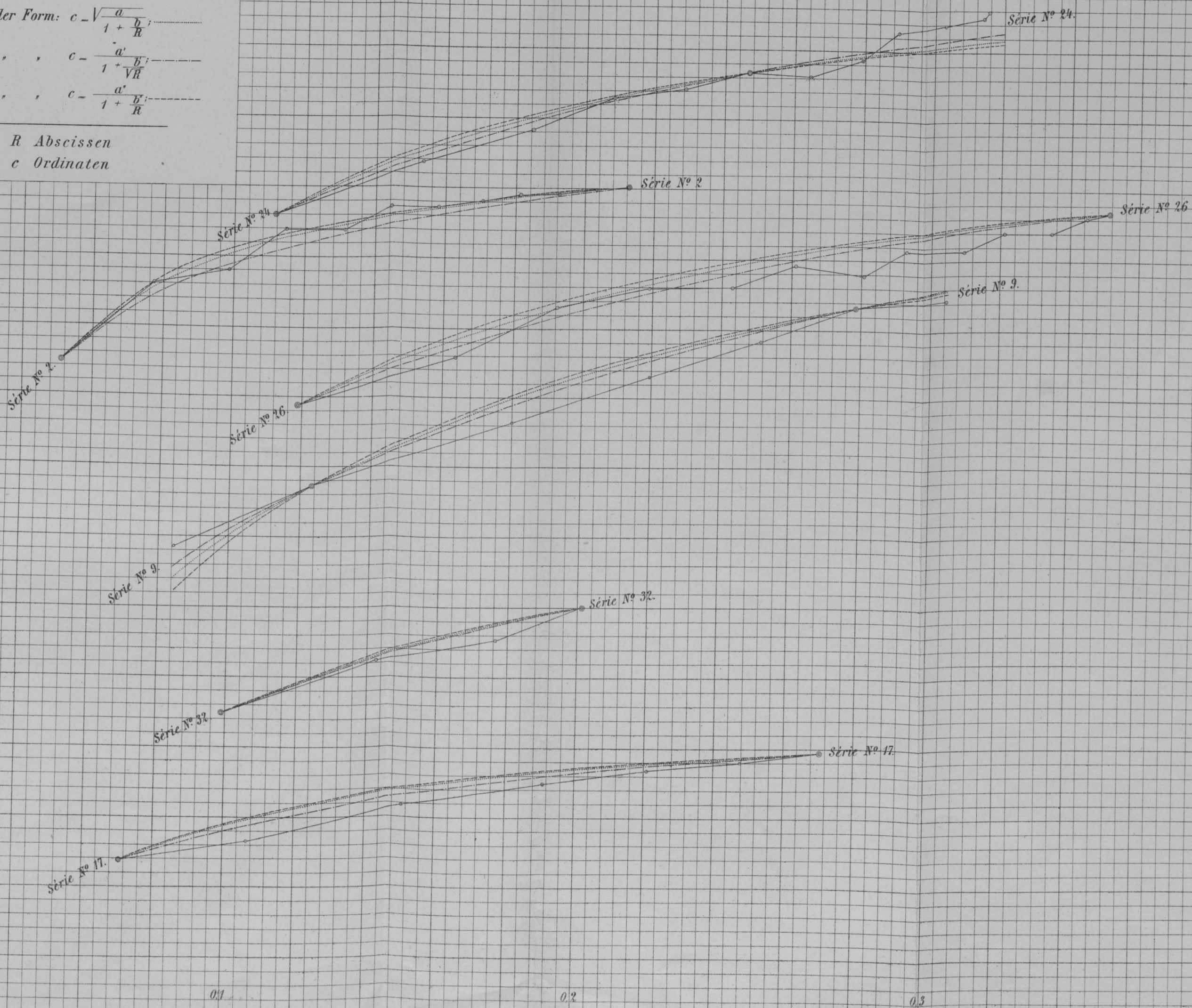
(2) " " " $c = \frac{a'}{1 + \frac{b'}{\sqrt{R}}}$;

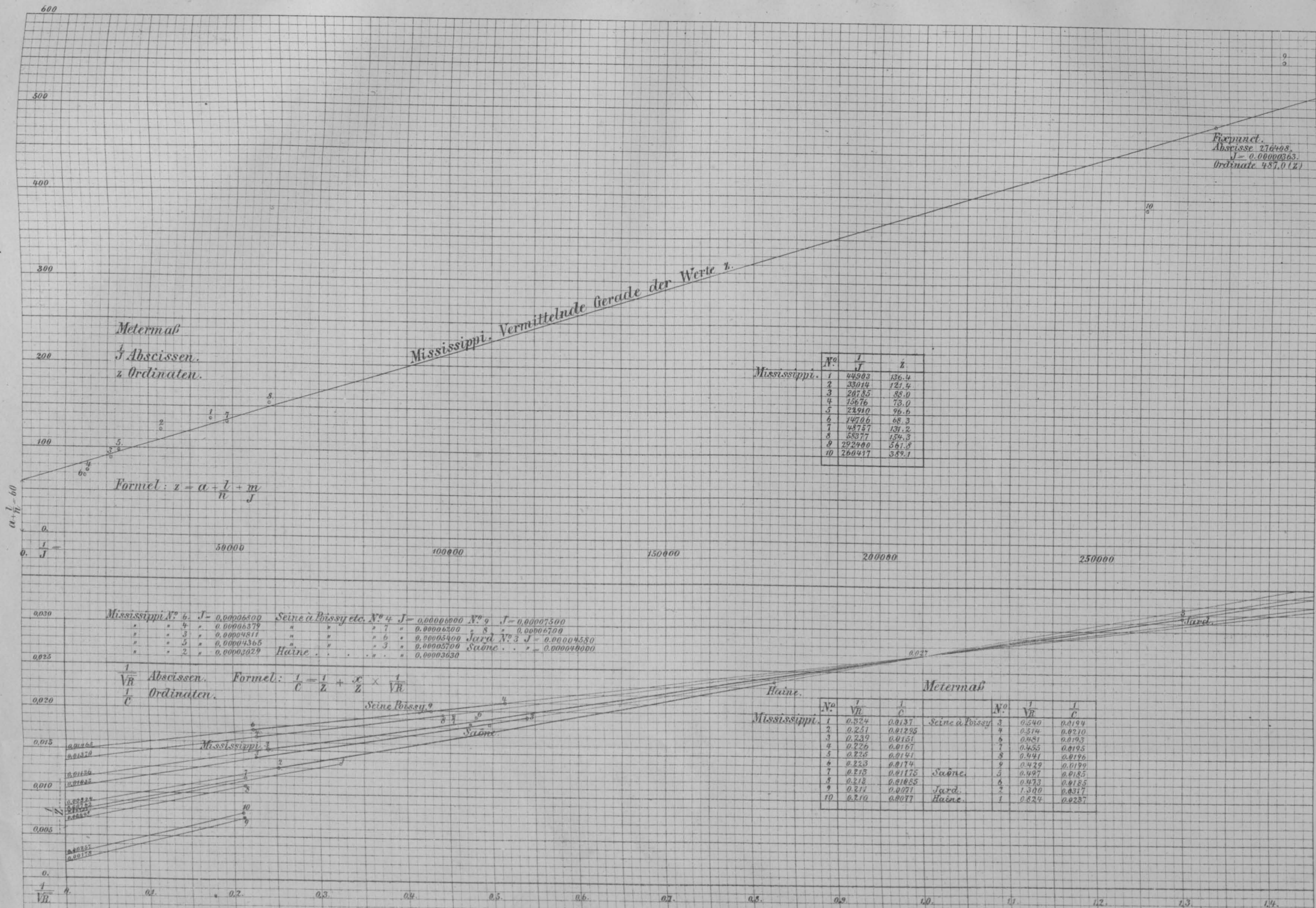
(3) " " " $c = \frac{a''}{1 + \frac{b''}{R}}$;

R Abscissen

c Ordinaten

Fig. II.





PFARRKIRCHE IN DER BRIGITTENAU IN WIEN,
Entworfen u. ausgeführt vom k.k. Ober-Baurath,
Friedrich Schmidt.

Nº 6.

